Käse. Bestandtheile. Verschiedene Arten. Käsegift. Hierauf bezügliche Verordnungen. Prüfung auf Metalle. Wurstgift. Hierauf bezügliche Verordnungen. — *Butter.* Bestandtheile. Verfälschungen und deren Erkennung. — *Zuckerige Substanzen.* Generische Eigenschaften. Verschiedene Arten. Eigentlicher Zucker, Fruchtzucker, Schleimzucker, Krümelzucker, Milchzucker. Verfälschungen und Verunreinigungen. Deren Ermittelung. Rohzucker. Syrup. Stärkesyrup (Dextrinsyrup, Malzsyrup). Honig. — *Gegohrne Flüssigkeiten.* Gährung. Weingährung. Essiggährung. Hefe. Bier. Bestandtheile und deren quantitative Bestimmung. Untersuchung des Bierextrakts. Verfälschungen und Verunreinigungen. Wein. Bestandtheile und deren quantitative Bestimmung. Schädliche Beimengungen. Branntwein. Bestandtheile. Verfälschungen und Verunreinigungen. Persico. Goldwasser. Sprit. Rum. Arack. Alkobolometrische Tabelle. — *Essig.* Bildung. Verschiedene Arten. Bestandtheile. Bestimmung des Essigsäuregehalts. Verfälschungen und Verunreinigungen. — *Kochsalz.* Verschiedene Arten. Bestandtheile. Eigenschaften. Verunreinigungen. Verfälschungen. — *Speiseöl.* Verfälschungen. Verunreinigung durch Metalle. — *Eingemachte Früchte.* Pfeffer- und Essiggurken. Grüne Erbsen, Bohnen, Kappern. Hierauf bezügliche Verordnungen. Pflaumen-, Kirsch- und Hollundermuss. — *Conditorwaaren.* Färbung mit schädlichen Farben. — *Thee.* Consumtion. Verschiedene Arten. Bestandtheile. Verfälschungen. — *Kaffee.* Consumtion. Verschiedene Arten. Bestandtheile. Verfälschung. — *Chocolade.* Bestandtheile. Verfälschung. — *Essschwämme.* Unterscheidung von den giftigen. Vorsichtsmaassregeln. — *Anhang.* Chemische Prüfung verdächtiger gemengter Speisen im Allgemeinen.

Dritter Abschnitt.

Küchengeschirre. Allgemeine Bemerkungen. — *Irdene Geschirre.* Glasur. Hierauf bezügliche Verordnung. — *Metallene Geschirre.* Geschirre aus reinem Gold, legirtem Silber, Kupfer, verzinntem Kupfer, Neusilber, Weisskupfer, Zinn, Eisen, Blei, Zink, lackirtem Zink. (Erkennung des Blei's und Zink's).

Vierter Abschnitt.

Reinigungsmaterialien. *Seife.* Seifenbildung. Verschiedene Gattungen. Grüne Seife. Harte Seife. Verfälschung. Verschiedene Arten von harter Seife. — *Fleckmittel.* Saure, alkalische, bleichende (*Eau de Javelle*), ölige, seifige Reinigungsmittel.

Fünfter Abschnitt.

Leuchtmaterialien. Allgemeine Bemerkungen. Wallrath. Eigenschaften. Verfälschungen. Wachs. Bienenwachs; dessen Verfälschung. Jaspanisches Wachs. Talg. Stearin. Stearinsäure. Thran. Verschiedene Arten. Erkennung. Oel. Verschiedene Gattungen. Verfälschung. Raffinirung.

Sechster Abschnitt.

Luxusgegenstände. *Tabak.* Rauchtabak. Schnupftabak. Chemische Untersuchung. — *Puder und Waschstärke.* Puder, dessen Verfälschung und Prüfung. Blaue Stärke. Rothe Stärke. — *Schönheitsmittel.* Schönheitswässer. Pomaden. Schminke. — *Farben.* Zeugfarben. Substantive Farben. Beizfarben. Tafelfarben. Malerfarben. Lackfarben. Anstrichfarben. Chemische Prüfung der Metallfarben. Tuschfarben. Pastellfarben. Chemische Prüfung der Tusch- und Pastellfarben, der gefärbten Gegenstände.

Martin Websky's

Lustfeuerwerkkunst,

oder

leicht fassliche und bewährte Anweisung

zur

Verfertigung

von

LUSTFEUERWERKEN.

Für Alle,

welche mit dieser Kunst in praktischer und theoretischer Beziehung sich beschäftigen,

insbesondere

für Dilettanten und Freunde der Lustfeuerwerkerei.

Vierte,
umgearbeitete und bereicherte Ausgabe.

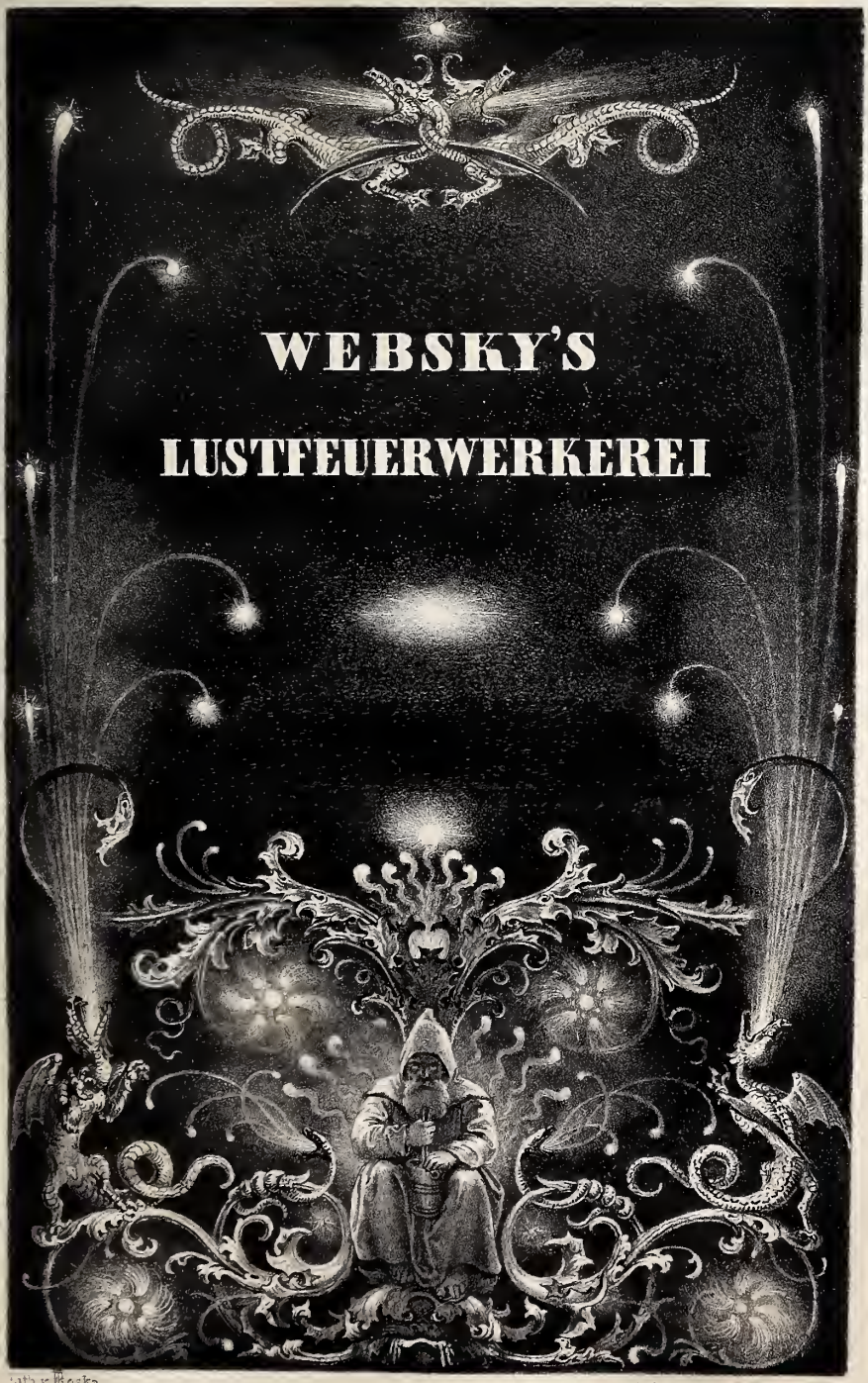
Mit zahlreichen, in den Text gedruckten Holzschnitten.

BRESLAU,
Verlag von Ferdinand Hirt.

1842.

Digitized by the Internet Archive
in 2018 with funding from
Getty Research Institute

https://archive.org/details/martinwebskyslus00webs


WEBSKY'S
LUSTFEUERWERKEREI

Lith. v. Roska.

Gedr. b. W. Santer in Breslau

Vorwort.

Die Freunde der *Lustfeuerwerkkunst* haben meinen bisherigen Versuchen*) über Theorie und Praxis derselben eine so freundliche Theilnahme bewiesen, dass ich als eine Folge derselben, diese *neue*, in Form und Inhalt *vielseitig umgestaltete* Arbeit hiemit zu veröffentlichen wage. Dankend erwähne ich hiebei der Zuvorkommenheit, mit welcher die Herren *Ernst Schnell* zu *Prag* und *Friedrich Schwerner* zu *Breslau*, als eifrige Förderer der Pyrotechnie, mich durch das Ergebniss ihres Wissens und ihrer Forschungen unterstützten.

Das Gebiet der *Chemie* ist in dem *theoretischen* Theile dieser Schrift vielseitiger und tiefer berührt, als ehedem. Für Alle, welche die Lustfeuerwerkerei aus wissenschaftlichem Gesichtspunkte betrachten, wird, wie ich glaube, dies von Interesse sein; Andere werden es nicht missbilligen, wenn sie *die* Erfahrung erwägen, dass die *beabsichtigte Wirkung* einer *genau nach Angabe*

*) Websky, Martin, gründliche und fassliche Anweisung zur Verfertigung kleiner Feuerwerke, zunächst für Dilettanten der Feuerwerkskunst. 8. (3¼ Bogen und 2 Steintfl. Fol.) Landshut 1831. (Aderholz). 16 gr.

Websky, Martin, prakt. Handbuch der Lustfeuerwerkkunst, nach eigenen Ansichten und Erfahrungen bearbeitet. gr. 8. (7 Bogen u. 1 Steintfl. gr. Fol.) Breslau 1834. (Schulz et Comp.) 12 gr.

Websky, Mart., Lustfeuerwerkerei für Dilettanten. (8¾ Bogen mit vielen Steintafeln.) Breslau 1838. (F. Hirt.) 18 gr.

gefertigten Arbeit dennoch mitunter ausbleibt, *wenn das angewandte Material nicht genau die für den Zweck nöthigen Eigenschaften besass;* dem *Chemiker* gewährt dasselbe häufig *andere* Resultate, als dem *Feuerwerker;* deshalb meine Umständlichkeit in Beschreibung der erforderlichen chemischen Präparate, und anderer Materialien.

Möchten meine hie und da eingeschaltenen *Hypothesen und Ansichten* über die *Ursachen* der vorkommenden Erscheinungen, als Austausch der Ideen, der weitern Ausbildung dieser allgemein beliebten Kunst förderlich sein.

Wüstegiersdorff,
im Preussischen Schlesien, im Januar 1842.

Der Verfasser.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Einleitung und Beschreibung der zur Verfertigung eines Feuerwerks nöthigen Materialien, Werkzeuge, Vorarbeiten etc. etc.

Seite

Einleitung 1
Einfache Feuerwerkstücke 1
Zusammengesetzte Feuerwerkstücke 2
Von den Materialien 2
Schiesspulver 4
Kornpulver 4
Mehlpulver 4
Knirschpulver 4
Feines Mehlpulver 4
Grobes Mehlpulver 4
Salpeter 5
Gebrochner Salpeter 6
Schwefel 6
Stangenschwefel 6
Schwefelblumen 6
Kohle 6
Feine Kohle 7
Grobe Kohle 7
Chlorsaures Kali 7
Antimon 8
Salpetersaurer Strontian 8
Kohlensaure Strontianerde 10
Kreide 11
Salpetersaurer Baryt 11
Kohlensaure Baryterde 12
Chlorsaurer Baryt 13
Salpetersaures Natron 14
Doppeltkohlensaures Natron 14
Sauerkleesaures Natron 14
Kohlensaures Kupfer 14
Bergblau 15
Kupferlazur 15
Basisch-salzsaures Kupfer 15
Basisch-salpetersaures Kupfer 16
Basisch-schwefelsaures Kupfer 17

Seite
Krystallisirter Grünspan 17
Schwefelsaures Ammoniak-Kupfer 17
Eisen 17
Stahl 17
Gusseisen 18
Zink 18
Amalgamiren 18
Granuliren 19
Feilen 20
Braunstein 20
Salzsaures Quecksilber 20
Salmiak 20
Phosphorsaures Ammoniak 20
Goldsand 20
Stearin 21
Rauschgelb 21
Bärlappsaamen 21
Mastixharz 21
Arabisches Gummi 22
Milchzucker 22
Schellack 22
Kienruss 22
Bernstein 22
Colophonium 23
Weingeist 23
Terpenthinöl 23
Von den Sätzen 23
Funkenfeuer 23
Flammenfeuer 23
Satz 23
Rascher Satz 24
Fauler Satz 24
Treibendes Feuer 24
Stilles Feuer 24
Grundmischungen 25
Salpetersatz 25
Chlorkalisatz 25
Von den Funkenfeuersätzen insbesondere 28
Funkenfeuersätze *a* 28
Funkenfeuersätze *b* 28
Von den Flammenfeuersätzen insbesondere 29
Doppelsätze 36
Verbrennung *a* 36
Verbrennung *b* 36
Vom Maass und Gewicht der Feuerwerkstücke 41
Kaliber 42
Von den Werkzeugen 43
Winder 43

Seite
Dorn 43
Untersatz 44
Massiver Setzer 44
Hohler Setzer 44
Stock 44
Von den Hülsen 47
Hülsen erster Art 47
Hülsen zweiter Art 47
Verfertigung der Hülsen erster Art 48
Würgen 49
Leierbrett 51
Kopf 53
Kehle 53
Eichel 54
Verfertigung der Hülsen zweiter Art 54
Von dem Laden der Hülsen 55
Schlagen 55
Stopfen 55
Ladeschaufel 56
Wölfe 56
Ramme 57
Hebelpresse 58
Stopinen 60
Verfertigung der Stopinen 60
Anfeuerung 62
Versetzung 62
Versetzungsstücke 62

Zweiter Abschnitt.
Einfache Feuerwerkstücke.

Schwärmer 63
Verfertigung der Schwärmer 63
Satz für die Schwärmer 64
Fontainen 64
Bränder 65
Feuergarbe 65
Sätze für die Fontainenbränder 66
Brillantsatz 68
Raketen 71
Zehrung 72
Gebohrte Hülsen 72
Massive Hülsen 72
Satz für die Raketen 74
Allgemeine Bemerkungen über die Raketen und deren Verfertigung 75
Tourbillon 83

Seite
Verfertigung eines Tourbillon ... 83
Satz für die Tourbillons ... 85
Doppelter Tourbillon ... 87
Umlaufender Stab, Umläufer ... 87
Verfertigung eines umlaufenden Stabes ... 87
Funkenfeuersätze für die umlaufenden Stäbe ... 89
Doppelsätze für die umlaufenden Stäbe ... 90
Blätterrosen, Flammensonnen ... 92
Lichtchen, Lanzen ... 92
Verfertigung der Lichtchen ... 92
Sätze für die Lichtchen ... 95
Weiss ... 95
Blau ... 95
Gelb ... 96
Grün ... 96
Roth ... 96
Brillant ... 97
Leuchtkugeln ... 100
Verfertigung der Leuchtkugeln ... 101
Sätze für die Leuchtkugeln ... 102
Weiss ... 102
Gelb ... 103
Blau ... 103
Grün ... 103
Roth ... 103
Goldregen ... 106
Geschmolzener Zeug ... 106
Theaterfeuer ... 107
Weiss ... 107
Roth ... 107
Grün ... 107
Gelb ... 107
Flammen von brennendem Weingeist ... 109
Bengalische Flammen ... 109
Nähere Anweisung über die Darstellung und Anwendung der farbigen Flammenfeuersätze ... 112
Weisse Farbe ... 114
Kalium ... 114
Blaue Farbe ... 116
Kupfer ... 116
Basisch-salpetersaures Kupfer ... 117
Kohlensaures Kupfer ... 117
Bergblau ... 117
Basisch-schwefelsaures Kupfer ... 118
Basisch-salzsaures Kupfer ... 118
Essigsaures Kupfer ... 118

Seite
Schwefelsaures Ammoniakkupfer 119
Zink 124
Antimon 126
Stibium 126
Gelbe Farbe 126
Natron 127
Grüne Farbe 130
Kupfer 130
Baryum 135
Chlorsaurer Baryt 137
Chlorsaures Kupfer 137
Kohlensaurer Baryt 139
Boraxsäure 139
Rothe Farbe 140
Salpetersaurer Strontian 141
Kohlensaurer Strontian 145
Kohlensaurer Kalk 145
Gemischte Farben 146
Schläge, Kanonenschläge 149
Verfertigung der Kanonenschläge 149
Frösche 149
Pastilien, kleine Feuerrädchen 150
Zündlichter 151

Dritter Abschnitt.

Zusammengesetzte Feuerwerkstücke.

Vorstellungen von architectonischen Zeichnungen, Namenszügen, Inschriften und andern Figuren 153
Fronte 153
Decoration 153
Nebenfronte 153
Seitenfronte 152
Grosse Fronte 153
Hauptdecoration 153
Flammenfeuervorstellung 153
Ergänzungsfarbe, Suplementfarbe 158
Funkenfeuervorstellung 160
Kleiner Stern 162
Grosser Stern 163
Mosaik 164
Palmbaum 165
Wasserfall 166
Luntenfeuer 166
Blumenstrauss, Körnerfontainen 167
Römische Lichter, Leuchtkugelstangen 168
Verfertigung eines römischen Lichtes von acht Linien Kaliber 169

Seite
Bomben, Lustkugeln 175
Granaten 179
Knallkastanien 180
Feuertöpfe, Schwärmerfässer, Leuchtkugelfässer 180
Hebespiegel 181
Versetzte Raketen 183
Ausstosspulver 184
Hut der Raketen 184
Serpentosen 186
Fallschirmraketen 187
Ehrenraketen 191
Girandole, Pfauenschweif 182
Schnurfeuer 193
Bienenschwarm 194
Schlagleisten 199
Feuerräder 200
Rosette 207
Balkenräder 208
Schlangenrad 208
Tellerrad 209
Horizontalräder 210
Kaprize 210
Spirale 210
Doppelräder 211
Mond 212
Kanonade 215

Vierter Abschnitt.

Einige Bemerkungen über, das Feuerwerk im allgemeinen betreffende, Gegenstände.

Vom Wasserfeuerwerk 216
Vom Tafelfeuerwerk 217
Vom Arrangement eines Feuerwerks 218
Von der Gefahr bei der Beschäftigung mit der Feuerwerkerei etc. etc. ... 218

Anhang.

Vergleichende Benennung der Materialien in deutscher, französischer und englischer Sprache 226
Vergleichende Tabelle des Preussischen, Französischen, Englischen und Oesterreichischen Fussmaasses 227

Uebersicht

der

in den Text gedruckten Figuren,

nach ihren Zwecken geordnet.

Figuren betreffend die Verfertigung und das Laden der Hülsen.

Pag. 43. Winder, Dorn, Untersatz.
- 44. Untersatz, Setzer, Stock.
- 50. } Leierbrett.
- 51. }
- 59. Untersatz.

- - die Verfertigung der Stopinen.

Pag. 60. Rahmen.

- - die Verfertigung der Schwärmer.

Pag. 64. Fertiger Schwärmer.

- - die Raketen.

Pag. 74. Fertige Rakete, Ring, aufgestellte Rakete.
- 81. Raketensteigen.

- - den Tourbillon.

Pag. 84. Tourbillonhülse.
- 85. Tourbillonbretchen, fertiger Tourbillon.

- - die umlaufenden Stäbe.

Pag. 88. Fertiger umlaufender Stab.
- 92. Stellung der Hülsen eines umlaufenden Stabes von zwei Hülsen.

- - die Verfertigung der Leuchtkugeln.

Pag. 101. 102. Formen.
- 171. Form für durchbohrte Leuchtkugeln.
- Segmentleuchtkugeln.

- - die bengalischen Flammen.

Pag. 110. Aufstellungsart.

- - die Funkenfeuervorstellungen.

Pag. 163. Kleiner Stern, grosse Sterne.
- 164. Grosser Stern, Mosaik.
- 165. Palmbaum.
- 166. Wasserfall.

Figuren, betreffend die römischen Lichter.
Pag. 173. Werkzeug zur Legung der Scheiben.
- - die Bomben.
Pag. 176. Zünder, Klötzchen, fertige Bombe.
- 177. Mörser.
- - der versetzten Raketen.
Pag. 184. Hülsenverlängerung, Hut.
- 188. 189. Fallschirmversetzung und deren Anbringung an die Rakete.
- 190. Stopinenleitung zur Versetzung.
- - die Girandole.
Pag. 192. 193. Aufstellung der Raketen.
- - das Schnurfeuer.
Pag. 194. Anwendung einer Rakete zum Schnurfeuer.
- - den Bienenschwarm.
Pag. 195. Schema zur Anfertigung.
- 197. Fertiger Bienenschwarm.
- - die Feuerräder.
Pag. 202. Aufstellung, einfaches Feuerrad, doppeltes Feuerrad.
- 203. Rad von 3 Hülsen, Rad von 6 Hülsen.
- 204. Andere Art der Stopinenverbindung.
- 205. Anbringung von Flammenfeuer.
- 207. Rosette,
- 208. Balkenrad.
- 209. Schlangenrad, Tellerrad.
- 210. Horizontal-Rad, Kaprize.
- 211. Spirale.
- 212. Doppelräder.
- 213. Mond.

Berichtigungen,

welche man vor Benutzung des Buches gefälligst verbessern wolle.

Pag. 16, Zeile 14, von unten lies fällt statt füllt.
- 73, - 8, von unten lies Stabes statt Satzes
- 123, - 10. von oben lies Ammoniakgas statt Ammoniak gar
- 210, - 11, von unten lies oben statt unten.

ERSTER ABSCHNITT.

Einleitung und Beschreibung der zur Verfertigung eines Feuerwerks nöthigen Materialien, Werkzeuge, Vorarbeiten etc. etc.

Einleitung.

§. 1. **Feuerwerk** heisst im weitesten Sinne die Verbrennung verschiedener Materialien auf eine bestimmte Art und Weise; im engeren Sinne versteht man darunter die Benutzung einer solchen Verbrennung zu ernsten oder belustigenden Zwecken. Die aus verschiedenen Materialien nach bestimmten Regeln zusammengesetzten Körper, welche eine dergleichen Verbrennung liefern, heissen *Feuerwerkstücke;* und die Wissenschaft, welche die Zusammensetzung dieser Körper lehrt, heisst die *Feuerwerkkunst* oder die *Feuerwerkerei;* sie zerfällt in die *Ernst-* und *Lustfeuerwerkkunst,* je nachdem sie einen oder den anderen Zweck vor Augen hat.

Wir beschäftigen uns in dieser Schrift allein mit der *Lustfeuerwerkkunst.*

Werden Feuerwerkstücke verschiedener Art dazu benutzt, um das Auge mit den feurigen Formen und Gestalten, die sie hervorbringen, zu ergötzen, so heisst dies ein *Lustfeuerwerk* oder ein *Feuerwerk.* Es besteht demnach ein Feuerwerk aus mehreren Feuerwerkstücken, die man theils einzeln, theils auf die mannigfachste Art mit einander verbunden, abbrennen kann.

Ich theile der bequemen Uebersicht wegen die Feuerwerkstücke ein in:

a) einfache Feuerwerkstücke,

b) zusammengesetzte Feuerwerkstücke.

Ein *einfaches Feuerwerkstück* ist ein solches, von dessen einzelnen Theilen keiner weggelassen werden kann, ohne dass es aufhört, das verlangte Feuer-

werkstück zu sein. Ein *zusammengesetztes Feuerwerkstück* besteht dagegen aus zwei oder mehreren mit einander verbundenen einfachen Feuerwerkstücken, und anderen Theilen, die hinsichtlich ihrer Zahl, Grösse und Art auf das mannigfachste verändert werden können.

Die *einfachen* Feuerwerkstücke sind daher als die Elemente eines Feuerwerkes zu betrachten; denn ihr Charakter bleibt sich stets gleich, wie man auch die Art ihres Feuers oder ihre Grösse abändere. Die *zusammengesetzten* Feuerwerkstücke lassen sich dagegen bis in das Unendliche vermehren, abändern, und mit einander zu wieder noch zusammengesetzteren verbinden. Die Anfertigung effektvoller zusammengesetzter Feuerwerkstücke verschiedener Art bleibt daher dem Genie und guten Geschmacke des Verfertigers allein überlassen; hierüber kann man nur allgemeine Regeln angeben, und die Art und Weise beschreiben, wie in Betreff des mechanischen Theiles die Zusammensetzung dieser Feuerwerkstücke am zweckmässigsten geschieht.

Es giebt einige zusammengesetzte Feuerwerkstücke, die theils durch die Gewohnheit als gewissermaassen feststehende Nothwendigkeiten bei einem Feuerwerk verlangt werden; theils wieder dazu dienen, grössere und noch complicirtere Darstellungen damit zu bilden; und von diesen einmal als effektvoll bereits befundenen zusammengesetzten Feuerwerkstücken werde ich im dritten Abschnitte dieses Buches die Beschreibung ihrer Anfertigung liefern, so wie die Art und Weise angeben, wie diese wieder zu noch grösseren zusammengesetzteren Vorstellungen verwendet werden können; es wird dies für den Feuerwerker, wenn er nur einiges mechanisches Genie besitzt, ein hinlänglicher Leitfaden sein, jedes grössere zusammengesetzte Feuerwerkstück nach seiner Idee ausführen zu können.

Von den Materialien.

§. 2. Die Materialien, welche zur Darstellung eines Feuerwerkes gebraucht werden, sind theils gewöhnliche Gegenstände, als Holz, Papier, Pappendeckel, Kleister, Leim, Bindfaden, Metalle, etc. etc., theils Metallsalze, organische Substanzen, als Harze, Fette, Oele etc. etc. und chemische Präparate.

Die Erstern sind so bekannte Dinge, dass sie weiter keiner nähern Angabe noch Aufzählung bedürfen; von den Letztern gebe ich hier die nähere Beschreibung ihrer Anfertigung, ihres Verhaltens und ihrer für die Feuerwerkerei nöthigen Zubereitung, in so weit der Feuerwerker davon Kenntniss haben muss.

Unter den im allgemeinen weniger bekannten Substanzen und Präparaten kommen mehrere vor, die, ausser in der Feuerwerkerei, gegenwärtig noch keine anderweitige technische Anwendung finden und aus diesem Grunde nicht

immer käuflich zu haben sind, man muss sie daher entweder selbst anfertigen oder von einem Sachverständigen anfertigen lassen; bei denjenigen dieser Materialien, deren Anfertigung von einem Jeden ohne besondere künstliche Apparate vorgenommen werden kann, habe ich die Beschreibung ihrer Anfertigung speciell mit angegeben, da wo aber die Bereitung derselben nur von einem vollkommnen Sachkundigen unternommen werden kann, habe ich mich begnügt, auf die Eigenschaften aufmerksam zu machen, welche das Präparat für unsern Zweck entweder haben muss oder nicht haben darf, woraus der Sachverständige leicht erkennen wird, welchen Weg der Bereitung er einzuschlagen hat.

Bei denjenigen Präparaten, welche in den chemischen Fabriken käuflich zu haben sind und welche man aus diesen beziehet, hat man besonders darauf zu achten, dass man auch wirklich das verlangte Präparat in Händen habe; denn aus Unwissenheit oder Unachtsamkeit der Verkäufer erhält man zuweilen ganz andere als die gewünschten Substanzen. Auch darf man sich nie ohne vorherige Prüfung auf die Richtigkeit der in den Fabriken gebräuchlichen Bezeichnungen, *rein, trocken, neutral,* etc. etc. verlassen, es wird dabei nicht immer mit der Gewissenhaftigkeit verfahren, die für unsern Zweck durchaus nothwendig ist, um von der Substanz das gewünschte Resultat zu erhalten; ich kann nicht genug darauf aufmerksam machen, wie wesentlich nothwendig es in den meisten Fällen ist, sich nur allein *chemisch reiner* Präparate zu bedienen, der Leser wird dies weiter unten näher erkennen lernen.

Die Chemiker legen häufig einen gewissen Werth darin, die Salze in recht schönen grossen Krystallen zu liefern; da wir diese Substanzen aber alle nur in Pulverform anzuwenden haben, so ist es zweckmässig, bei Bestellung derselben zu bemerken, dass das verlangte Salz *nicht krystallisirt,* sondern nur *bis zur vollkommenen Trockene abgedampft* zu sein braucht, hierdurch wird dem Verfertiger oft unnöthige Mühe und Zeit erspart, und man erhält das Salz auch, wenn es nicht krystallisirt, sondern blos abgedampft ist, in der Regel, wasserfreier.

§. 3. Das Wesentliche aller Feuerwerkstücke beruhet auf der verschiedenen Anwendung der nachstehenden ersten fünf Substanzen, nämlich *Schiesspulver, Salpeter, Schwefel, Kohle, chlorsaures Kali,* von denen ein jedes Feuerwerkstück mindestens eine enthält. Hie und da kommen zwar Fälle vor, wo keine von diesen genannten Substanzen Anwendung findet, allein es ist dann ebenfalls immer ein Körper vorhanden, welcher in seiner chemischen Zusammensetzung einem der obigen Körper entweder analog ist, oder einen Theil derjenigen Substanz in sich enthält, durch welchen die Wirkung eines oder des andern der obig genannten Körper bedingt wird. Diese fünf Körper, Schiesspulver, Salpeter, Schwefel, Kohle, chlorsaures Kali, sind daher gegenwärtig als die allgemeinen Grundstoffe der Lustfeuerwerkerei zu betrachten; alle andere Substanzen,

welche in Anwendung kommen, treten nur als bequeme Stellvertreter der Obigen auf, oder als Mittel, dem Charakter der Feuerwerkstücke Mannigfaltigkeit zu geben.

Schiesspulver.

§. 4. Von diesem bekannten Fabrikate gebraucht man in der Lustfeuerwerkkunst für alle Zwecke nur eine, aber eine ganz gute Sorte, die nicht allzu grob gekörnt ist. Viele Feuerwerker wenden zwar die geringsten und schlechtesten Sorten der Wohlfeilheit wegen an, was bei grossen Feuerwerken allerdings eine bedeutende Kostenersparung ist; aber für kleinere Feuerwerke ist der Verbrauch von Schiesspulver eben nicht so bedeutend, dass der Unterschied des Preises der schlechteren Sorten gegen die besseren sehr in Betracht käme; und da das Schiesspulver immer nur da gebraucht wird, wo man eine heftig wirkende Kraft verlangt, so bedarf man von einer schlechten Sorte Pulver wieder an Quantität mehr, als von einer guten; dabei erhält man da, wo es für eine grössere Quantität an Raum gebricht, eine schlechte Wirkung, wenn man eine schlechte Sorte anwendet. Besonders nothwendig ist es, wie man weiter unten sehen wird, sich wo möglich immer einer und derselben Sorte Pulvers zu bedienen, deren Kraft und quantitative Wirkung man bereits kennt.

Das *gekörnte* Schiesspulver wird in diesem Zustande, wie es aus den Fabriken kommt, nur da angewendet, wo es einen Knall hervorbringen, einen anderen Körper fortschleudern, oder einen Theil des Feuerwerkstückes zerreissen soll, und wird in der Feuerwerkerei mit dem Namen *Kornpulver* bezeichnet. Für alle anderen Zwecke wird das Kornpulver mehr oder weniger fein zerrieben, und heisst dann *Mehlpulver*. Das Zerreiben geschieht am leichtesten und gefahrlosesten auf einer glatten, harten, hölzernen Tafel, auf der man es in kleinen Quantitäten ausbreitet und mit einem hölzernen Klötzchen zerreibt. Das Zerriebene wird durch ein nach Bedürfniss mehr oder weniger feines Sieb gesiebt, und das im Siebe Zurückbleibende aufs neue zerrieben, bis alles durch das Sieb gegangen ist.

Hinsichtlich der Feinheit der Zermalmung des Pulvers sind zwei Sorten nothwendig; ein ganz fein und ein minder fein zerriebenes. Durch Anwendung verschiedener mehr oder weniger feiner Siebe sind diese verschiedenen Sorten leicht zu erlangen. Es ist schwer, genau zu beschreiben, wie fein die mechanische Zerkleinerung des Pulvers sein soll; die fein pulverisirte Sorte, die ich *feines Mehlpulver* nenne, mache man so fein als möglich, die weniger feine, die ich *grobes Mehlpulver* nenne, ohngefähr so, wie feiner Streusand. Die feinere Sorte wird durch ein ganz feines Haarsieb gesiebt, die gröbere Sorte durch ein gröberes Sieb, so dass diese letztere eigentlich

ein Gemisch von grobem und feinem Mehlpulver ist. Die Feuerwerker nennen ein solches gröberes Mehlpulver *Knirschpulver*.

Salpeter. Salpetersaures Kali.

§. 5. Unter dem Namen *gereinigter Salpeter* kommt gegenwärtig dieses Salz im Handel in der Regel vollkommen rein vor, zuweilen giebt es aber auch noch unreinen Salpeter. Die vorkommende Verunreinigung bestehet gewöhnlich in einem Gehalte von Kochsalz, welches für unsern Zweck nicht stattfinden darf, denn so verunreinigter Salpeter ziehet fortwährend die Feuchtigkeit an, und hat natürlich auch ausser anderweitigen Nachtheilen, wovon weiter unten die Rede sein wird, in quantitativer Hinsicht eine schwächere Wirkung. Um den Salpeter auf seine Reinheit zu prüfen, löset man davon etwas weniges in *destillirtem* Wasser auf, und tröpfelt ein wenig *salpetersaure Silberauflösung* hinein, entstehet dabei in der Flüssigkeit eine weisse, milchigte Trübung, so ist dies ein Zeichen der Verunreinigung von Kochsalz.

Das Reinigen des Salpeters geschieht durch mehrmaliges Auflösen in Wasser und wieder Krystallisirenlassen, wobei denn das Kochsalz nach und nach gänzlich in der Mutterlauge zurückbleibt. Da sich die Feuerwerker im allgemeinen schwerlich mit der Reinigung des Salpeters abgeben dürften, indem dies Salz jetzt fast überall *rein* käuflich zu haben ist, so halte ich die speciellere Beschreibung der Reinigungsmethode hier für überflüssig.

Je reiner der Salpeter ist, den man anwendet, desto besser, und meinen Angaben entsprechender wird auch seine Wirkung sein.

Der Salpeter enthält in seiner krystallinischen Form, so wie die meisten salpetersauren Salze, bald mehr bald weniger mechanisch eingeschlossenes Wasser, von dem er vor der Anwendung durchaus befreit werden muss. Zu dem Ende stösst man den Salpeter gröblich, und trocknet ihn einige Stunden lang auf einem heissen Ofen, bis die Krystalle ihre Durchsichtigkeit verloren haben; noch warm stösst man ihn in einem ebenfalls erwärmten Mörser zum zartesten Pulver. Der Salpeter wird überall, wo man ihn braucht, nur als das zarteste Pulver angewendet, er muss daher, wenn er gestossen ist, durch ein ganz feines Sieb gesiebet, und das im Siebe Zurückbleibende aufs neue gestossen werden.

Eine noch bessere Art, den Salpeter zu pulverisiren, die man besonders bei grösseren Quantitäten anwendet, ist folgende:

Eine beliebige Menge Salpeter wird in einem Kessel mit Wasser übergossen und über einem Kohlenfeuer langsam erhitzt; sobald der Salpeter in dem Wasser zerflossen ist, verstärkt man das Feuer bis zum Siedepunkt der Flüssigkeit; wenn dieser eintritt, rührt man bei allmähliger Verminderung des Feuers, mit einem Spatel die Masse fortwährend und so lange um, bis

alles Wasser verdunstet ist, worauf die Masse sich in ein trockenes Pulver verwandelt haben wird. Der so gepulverte Salpeter wird ebenfalls gesiebt, und der im Siebe zurückbleibende aufs neue geschmolzen. Ein auf diese Art gepulverter Salpeter ist ganz wasserfrei. Die Feuerwerker nennen einen auf diese Art gepulverten Salpeter: *gebrochenen Salpeter.*

Schwefel.

§. 6. Man nimmt vom besten *Stangenschwefel,* stösst ihn in einem Mörser und siebt ihn durch ein feines Sieb; der Schwefel wird in der Feuerwerkerei ebenfalls nur als feinstes Pulver gebraucht. Da der Schwefel sehr schwer ist, so fällt er gern etwas grob durch das Sieb, man siebe daher das Gestossene nicht zu lange aus, sondern nur wenig, und stosse das Zurückbleibende erst wieder fein, ehe man weiter siebt. Den Schwefel kann man auch, wie das Pulver, auf einer hölzernen Tafel zerreiben.

Den Schwefel, so wie den Salpeter fein zu stossen, ist eine langweilige Arbeit, welche weit leichter von statten geht, wenn man beide Körper zusammen unter einander stösst; und da in der Feuerwerkerei, wo Salpeter mit Schwefel gemischt Anwendung findet, der Salpeter zum Schwefel mit wenig Ausnahmen immer in dem Verhältniss wie 4 zu 1 vorkommt, so kann man den Salpeter zugleich mit dem Schwefel in dem angegebenen Verhältnisse zusammenstossen; die Arbeit des Stossens und Siebens geht mindestens noch einmal so schnell, als wenn beide Körper, jeder für sich allein gestossen werden.

Manche Feuerwerker wenden anstatt des gestossenen Stangenschwefels *Schwefelblumen* an, um der Mühe des Pulverisirens überhoben zu sein, da man die Schwefelblumen schon als zartes Pulver bekommt; sie sind in ihrer chemischen Wirkung zwar dem gestossenen Stangenschwefel gleich, aber sie sind viel voluminöser, und daher für unseren Zweck weniger passend. Die in dieser Schrift weiter unten angegebenen Mischungen sind nur für den gestossenen *Stangenschwefel* berechnet, man wende daher keine Schwefelblumen an. Ueberdem enthalten die Schwefelblumen, wenn sie nicht gut ausgewaschen sind, öfters mechanisch anhängende Schwefelsäure, die, wie man weiter unten sehen wird, für unseren Zweck leicht gefährlich werden kann; selbst wenn die Schwefelblumen auch ganz rein ausgewaschen sind, so oxydiren sie sich dennoch nach und nach wieder an der Luft, und zeigen nach einiger Zeit wieder Spuren von enthaltender Schwefelsäure.

Kohle.

§. 7. Die Feuerwerker sind in der Wahl der Kohle oft sehr schwierig, und wollen sie für die Feuerwerkerei sorgfältig eigens dazu bereitet haben; ich

tadle dies nicht, aber der Lustfeuerwerker hat selten Gelegenheit, die Kohle selbst zu brennen, und überdem ist dies eine umständliche Arbeit. *Ich* wende die gewöhnlichen käuflichen, aus *Fichten-, Tannen-* und *Kieferholz* gebrannten Meilerkohlen überall an, und habe gefunden, dass sie für unseren Zweck ganz gut taugen. Kohlen aus Buchen, Eichen oder anderen harten Hölzern gebrannt, muss man indess nicht nehmen; denn wenn diese auch eben so gut und zweckdienlich sein mögen, als die aus den oben angegebenen weichen Hölzern gebrannten, so würden sie mitunter doch eine andere Wirkung als die von mir beabsichtigte machen, wenn man sie in den von mir angegebenen Quantitäten nehmen wollte, weil sie weit schwerer als jene, und weniger leicht verbrennlich sind.

Man wähle von den Meilerkohlen diejenigen Stücke aus, welche keine Aeste und keine anhängende Rinde haben, thue sie in einen irdenen Topf, bedecke diesen recht dicht mit einer Stürze, dass keine Luft eindringe*), und glühe die Kohlen noch einmal aus. Es ist dieses nochmalige Ausglühen nothwendig, weil sich unter den gewöhnlichen Meilerkohlen oft noch unausgebrannte, holzige Stellen finden, auch die Kohlen zuweilen nass geworden sind. Nachdem die Kohlen wieder kalt geworden, werden sie in einem Mörser gestossen und gesiebt. Anstatt die Kohlen zu stossen, was eine sehr staubige Arbeit ist, kann man sie auch in einem ledernen Beutel zerklopfen, wobei das Stauben vermieden wird.

Man bedarf zur Feuerwerkerei, wie beim Pulver, zwei verschiedene Sorten Kohle, hinsichtlich ihrer mechanischen Zerkleinerung; eine ganz fein pulverisirte, und eine minder feine. Erstere nenne ich *feine Kohle,* letztere *grobe Kohle.* Es ist nicht nothwendig, wenn man grobe Kohle bereiten will, den feinen Staub mittelst eines feinen Siebes abzusondern, ja es würde in mehreren Fällen sogar nachtheilig sein, wenn die grobe Kohle nur allein aus lauter groben Partikeln bestände; man siebt sie daher, nachdem sie gestossen ist, nur durch ein gröberes Sieb, wodurch man, wie beim Pulver, ein Gemisch von feiner und grober Kohle erhält. Das von der groben Kohle im Siebe Zurückbleibende muss weggeworfen werden, weil es grösstentheils nur ästige, harte, schwer verbrennliche Kohlentheile enthält.

Kohle von harten Hölzern, oder von harten Aesten findet hie und da auch wohl nützliche Anwendung, doch nur in einzelnen Fällen, welche weiter unten spezieller berührt werden.

Chlorsaures Kali.

§. 8. Das chlorsaure Kali bekommt man für unseren Zweck grösstentheils hinlänglich rein aus jeder chemischen Fabrik; da es aber gut ist, ein

*) Sonst verbrennen die Kohlen zu Asche.

möglichst reines anzuwenden, so ist es zweckmässig, dieses Salz auf seine Reinheit, wie folgt, zu prüfen.

Man löst eine beliebige kleine Quantität von dem zu prüfenden chlorsauren Kali in heissem *destillirten* Wasser auf, und tropft einige Tropfen *salpetersaure Silberauflösung* hinein; zeigt sich in der Flüssigkeit eine starke weisse Trübung oder fällt gar ein käsiges, weisses Pulver darinnen nieder, so ist das chlorsaure Kali mit *salzsaurem Kali* verunreinigt und für unsern Zweck nicht tauglich; entsteht blos eine opalisirende Trübung in der Flüssigkeit, so ist es für unsern Zweck rein genug. Vollkommen chemisch reines, in destillirtem chemisch reinen Wasser gelöstes chlorsaures Kali wird durch salpetersaures Silber gar nicht getrübt.

Das chlorsaure Kali wird *für sich allein* in einem reinen Mörser gestossen, und durch ein ganz feines Sieb gesiebt, da es überall nur als ganz feines Pulver gebraucht wird*).

Schwefelantimon. Schwefelspiessglanz.

§. 9. Das Schwefelantimon**) ist eine Verbindung des Schwefels mit dem Stibium-Metall, es kommt allgemein im Handel so vor, wie wir es für unsern Zweck bedürfen, und erfordert daher keine weitere besondere Zubereitung; es wird fein gestossen, durch ein feines Sieb gesiebt, und als feines Pulver angewandt.

Salpetersaurer Strontian.

§. 10. Dieses Salz ist in allen chemischen Fabriken zu haben, da es jetzt in der Feuerwerkerei vielfältige Anwendung findet, obschon es zu andern technischen Zwecken nicht gebraucht wird. Es dient zur Darstellung des rothen Lichtes. Selten oder wohl nie bekommt man es in so reinem Zustande, wie es unser Zweck verlangt, gewöhnlich ist es mit *Kalksalzen* verunreiniget, zuweilen auch mit *salzsauren* Salzen. Beide Verunreinigungen sind für unsern Zweck äusserst schädlich und müssen daher durchaus sorgfältig entfernt werden. Der salpetersaure Strontian, im chemisch reinen Zustande, ziehet aus der Luft etwas die Feuchtigkeit, wiewohl nur unbedeutend an, äussert derselbe diese Eigenschaft sehr stark, so kann man schon daraus auf eine vorhandene Verunreinigung schliessen, die Entfernung derselben geschieht am zweckmässigsten auf folgende Art.

Der salpetersaure Strontian wird fein gestossen und mit Weingeist von mindestens achtzig Procent übergossen, in einer mässigen Temperatur einige

*) Wegen der Gefahr, die mit der Anwendung des chlorsauren Kali's verbunden ist, bitte ich den Leser, genau auf das zu achten, was ich darüber weiter unten in §. 170. sagen werde.

**) Das Schwefelantimon wird im Handel gewöhnlich blos Antimon genannt.

Tage lang damit digerirt, dann auf ein Filtrum gebracht und das auf dem Filtrum zurückbleibende Salz auf einem warmen Ofen wieder getrocknet. Der Weingeist löst allen salzsauren Strontian und alle Kalksalze auf und lässt den salpetersauren Strontian unaufgelöst zurück. Ist die Verunreinigung bedeutend, so muss die Operation mit neuem Weingeist so oft wiederholt werden, bis der Weingeist nichts mehr auflöst; man erkennt dies leicht, wenn man von dem vom Filtrum abgelaufenen Weingeiste etwas in einer Porzellanschaale über einer Lampe abdampft und sich dann in der Schaale kein Rückstand von Salzen mehr vorfindet. Zu bemerken ist indess, dass man keinen wasserhaltigen Weingeist hierzu anwenden darf, sonst löst das Wasser salpetersauren Strontian mit auf. Die Verunreinigung des salpetersauren Strontians, bestehe sie in Kalksalzen oder andern salzsauren Salzen, trägt ungemein viel zu der Eigenschaft des Feuchtwerdens bei, daher die Reinigung desselben durch Weingeist nicht allein sehr zu empfehlen, sondern unerlässlich ist, wenn man mit Sicherheit des Effectes dieses Salz anwenden will; diese Reinigungs-Methode ist zwar etwas kostbar, weil man dazu eine grosse Quantität Weingeist nöthig hat, der angewandte Weingeist kann jedoch durch Destillation von den aufgenommenen Salzen wieder getrennt oder als Brennspiritus verbraucht werden.

Wenn man den salpetersauren Strontian in grossen Krystallen erhält, so enthält er oft eine Menge Krystallisationswasser, in welchem er bei erhöhter Temperatur, zum Theil schon beim Pulverisiren, zerfliesst; dergleichen salpetersauren Strontian muss man zuvor gröblich stossen und über einem Kohlenfeuer in einer metallnen Schaale unter beständigem Umrühren von dem aufgenommenen Wasser befreien, wobei jedoch die Temperatur nicht bis zum Schmelzen des Salzes steigen darf, sonst wird es zerlegt*). Zuweilen ist der salpetersaure Strontian nicht vollkommen neutral, sondern enthält überschüssige Salpetersäure, welche sich durch einen stechenden Geruch kund giebt, diese überschüssige Säure, welche ein saures Salz mit dem neutralen Salze bildet und oft mit Ursache des Feuchtwerdens ist, verflüchtiget sich, wenn man das Salz, wie oben angegeben, stark erhitzt; noch sicherer und vollkommener wird sie jedoch entfernt, wenn man den damit verunreinigten Strontian in Wasser auflöset, etwas *kohlensaure Strontianerde***) zusetzt und die Flüssigkeit damit

*) Die Ursache, warum der salpetersaure Strontian zuweilen wasserhaltig krystallisirt, zuweilen nicht, ist noch nicht genau ermittelt. Der wasserhaltige scheint sich selbst bei stärkerem Erhitzen nicht ganz von dem enthaltenden Wasser trennen zu lassen, und nimmt es zum Theil immer wieder aus der Luft an; ich habe indess gefunden, dass durch die oben angegebene Reinigungsmethode mittelst Weingeist auch das Wasser sehr vollkommen entfernt wird, und dass sich auch dadurch die Eigenschaft, Feuchtigkeit wieder anzuziehn, sehr verliert, in so fern das Salz nicht gerade an einem wirklich feuchten Ort aufbewahrt wird.

**) Von welcher Substanz sogleich die Rede sein wird.

einige Stunden lang kocht, dann durch Löschpapier filtrirt und das Durchgelaufene bis zur Krystallisation auf dem Feuer wieder abdampft. Die zuzusetzende Quantität der kohlensauren Strontianerde richtet sich natürlich nach der mindern oder grössern Menge der vorhandenen überschüssigen Säure, man muss daher nach und nach so viel davon zusetzen, bis man bemerkt, dass in der Flüssigkeit nichts mehr davon aufgelöst wird, sollte auch ein Ueberschuss von kohlensaurer Strontianerde zugesetzt worden sein, so hat dies weniger zu sagen, als wenn man zu wenig genommen hätte, denn im ersten Falle würde der Ueberschuss auf dem Filtrum als unschädlich zurückbleiben, im letztern Falle aber nicht alle freie Säure gesättigt worden sein.

Wenn man den salpetersauren Strontian in den chemischen Fabriken bestellt, so verabsäume man nicht das Wort *trocken* oder *wasserfrei* dazu zu setzen, sonst erhält man dies Salz gewöhnlich in grossen, wasserhaltigen Krystallen und man hat dann mehr Mühe mit der Zubereitung für unsern Zweck.

Kohlensaure Strontianerde.

§. 11. Dieses Salz, welches ich, wie ich glaube, zuerst in der Feuerwerkerei benutzt habe, kommt im Handel und in den chemischen Fabriken nicht vor, man muss es daher aus andern Strontiansalzen wie folgt bereiten. Man löset eine beliebige Quantität *salpetersauren* Strontian in so viel kaltem Wasser auf, als zur vollkommenen Auflösung der genommenen Menge Salz nöthig ist, und setzt dann ohngefähr noch einmal so viel Wasser, als man zuerst bedurfte, zu; d. h. man verdünnt die gesättigte Auflösung mit noch einmal so viel Wasser. In einem andern Gefässe löst man eine beliebige Menge *Pottasche* ebenfalls in kaltem Wasser auf, und verdünnt die Auflösung dann eben auch mit noch einmal so viel Wasser als zur Auflösung der genommenen Quantität Pottasche nöthig war. Da die käufliche Pottasche immer eine Menge unauflösliche Verunreinigungen enthält, so ist es nöthig, die Auflösung einige Stunden ruhig stehen zu lassen, bis sie ganz klar geworden ist und der Bodensatz durch Abgiessen der klaren Flüssigkeit aus derselben entfernt werden kann. Hat man nun eine ganz klare Pottaschen-Auflösung bereitet, so giesst man von dieser nach und nach in die Auflösung des salpetersauren Strontians unter beständigem Umrühren hinein, wobei augenblicklich die kohlensaure Strontianerde gebildet wird und sich als ein weisses Pulver in der Flüssigkeit niederschlägt; mit dem Zugiessen der Pottaschen-Auflösung wird so lange fortgefahren, als man bemerkt, dass dadurch noch ein Niederschlag erfolgt, es kommt hierbei auf ein etwas mehr oder weniger nicht an, man setzt indess gern einen Ueberschuss von Pottaschen-Auflösung zu, um keinen Ueberschuss von salpetersaurer Strontian-Auflösung zu lassen, weil sonst

nicht alle Strontianerde, die man erhalten könnte, gefällt werden würde. Die erhaltene weisse, trübe Flüssigkeit bleibt nun ruhig stehen, bis sich der Niederschlag von kohlensaurer Strontianerde vollkommen auf dem Boden des Gefässes zusammen gelagert hat, das darüber stehende Wasser wird ab- und weggegossen; man giesst dann auf den erhaltenen Niederschlag reines Wasser, rühret alles tüchtig um, lässt es ruhig stehen, bis der Bodensatz sich wieder gelagert hat, giesst das darüber stehende Wasser wieder ab, giesst wieder reines Wasser darauf, rühret um, lässt den Bodensatz sich setzen und giesst das Wasser dann wieder ab; diese letztere Operation muss vier bis sechsmal wiederholt werden, um die kohlensaure Strontianerde von allem dem in der Flüssigkeit aufgelösst sich befindenden, bei dieser Bereitungsart entstandenen salpetersauren Kali, oder etwanigen Ueberschuss der angewandten Pottaschen-Auflösung zu trennen; man nennt dies einen Niederschlag *aussüssen*. Der erhaltene Niederschlag, die kohlensaure Strontianerde, wird dann aus dem Gefäss herausgenommen, auf Löschpapier gelegt und auf einem geheitzten Ofen getrocknet, man erhält dann ein weisses, äusserst zartes luftbeständiges Pulver, welches so zum Gebrauch aufbewahrt wird.

Man kann die kohlensaure Strontianerde anstatt aus dem salpetersauren Strontian, ebenso auch aus dem *salzsauren Strontian* bereiten; zuweilen ist das letztere Salz in den chemischen Fabriken billiger als das erstere zu haben, und da es ganz gleich ist, welches von beiden Salzen man nimmt, so giebt man dem billigsten den Vorzug. Auch ist es nicht nöthig, die bei der Bereitung der kohlensauren Strontianerde anzuwendenden Strontiansalze zuvor zu reinigen, sollten sie auch mit Kalksalzen etwas verunreiniget sein, so erhält man allerdings den kohlensauren Strontian mit etwas *kohlensaurem Kalk**) verunreiniget, da sich aber der kohlensaure Kalk, wie man weiter unten sehen wird, sehr ähnlich dem kohlensauren Strontian für uns verhält, so hat eine solche, *geringe,* Verunreinigung hier gar nichts zu sagen.

Kreide, kohlensaurer Kalk.

§. 12. Diese bekannte Erde führe ich hier blos darum mit auf, weil sie von einigen Feuerwerkern benutzt wird, und als Surrogat des kohlensauren Strontians dienen kann.

Salpetersaurer Baryt.

§. 13. Dieses Salz ist in den chemischen Fabriken zu haben, es ist jedoch selten chemisch rein, gewöhnlich ist es, wie der salpetersaure Strontian, mit Kalksalzen, zuweilen auch mit *salzsaurem Baryt* verunreiniget. Die letztere

*) Kreide.

Verunreinigung erkennt man durch eine Prüfung mittelst salpetersaurer Silberauflösung, ganz auf die Art und unter denselben Erscheinungen, wie bei dem Salpeter und dem chlorsauren Kali gezeigt wurde; ist diese Verunreinigung unbedeutend, so schadet sie unserm Zweck eben nicht sonderlich, ist sie bedeutend, so kann man ein solches Salz nicht anwenden, da die Reinigung desselben von dem salzsauren Salze zu kostbar oder zu umständlich sein würde. Die Verunreinigung mit Kalksalzen erkennt man, wenn sie bedeutend ist, schon daran, dass solcher salpetersaurer Baryt fortwährend feucht bleibt; ist sie unbedeutend, so lässt sie sich nicht durch das äusserliche Verhalten des Salzes erkennen, nichts desto weniger ist es aber unerlässlich für unsern Zweck, sie zu entfernen, weil sie der beabsichtigten Wirkung durchaus entgegentritt; der salpetersaure Baryt dient nämlich zur Darstellung des grünen Lichtes, die Verunreinigung mit Kalksalzen bringt aber eine Wirkung hervor, welche die beabsichtigte gänzlich unterdrückt; selbst eine so geringe Spur dieser Verunreinigung, dass deren Entfernung dem Chemiker als lächerlich erscheinen würde, wird für unsern Zweck bemerklich und schädlich; man muss daher den salpetersauren Baryt eben so wie den salpetersauren Strontian mittelst Weingeist reinigen, je sorgfältiger dies geschiehet, desto schöner wird die Wirkung sein, welche dies Salz zu leisten hat. Der salzsaure Baryt lässt sich aus dem salpetersauren Baryt nicht, wie es mit dem salzsauren Strontian angehet, mittelst Weingeist ausziehen und entfernen, denn er ist darinnen unauflöslich. Sollte der salpetersaure Baryt nicht vollkommen neutral sein, sondern überschüssige Salpetersäure enthalten, so entfernt man diese durch anhaltendes Erhitzen oder durch Kochen mit etwas *kohlensaurer* Baryterde auf die Art, wie dies bei dem salpetersauren Strontian angegeben ist. Die Verunreinigung des salpetersauren Barytes kann man auch wie folgt leicht erkennen. Man hält einen Krystall dieses Salzes in eine Lichtflamme; färbt sich der Rand der Flamme *grün,* so ist das Salz rein, färbt er sich *gelb,* so zeigt dies eine Verunreinigung mit fremden Stoffen an.

Kohlensaure Baryterde.

§. 14. Die kohlensaure Baryterde, ein der kohlensauren Strontianerde, dem Aeussern nach, ganz ähnliches weisses Pulver, ist für die Feuerwerkerei von geringem Werthe, da sie aber von manchen Feuerwerkern angewendet wird, so führe ich sie hier mit auf; man bereitet dies Präparat aus dem salpetersaurem oder aus dem salzsaurem Baryt ganz auf dieselbe Art und Weise wie die kohlensaure Strontianerde, doch ist hierbei zu beobachten, dass das Barytsalz, woraus man es bereitet, durchaus ganz rein von Kalksalzen sein muss, weil das Präparat sonst mit kohlensaurem Kalk verunreinigt und für unsern Zweck ganz unbrauchbar sein würde.

Chlorsaurer Baryt.

§. 15. Dieses Salz dient in der Feuerwerkerei zu gleichen Zwecken, wie der salpetersaure Baryt, mit ausgezeichnet schönerer Wirkung, da es aber sehr kostbar ist, kann es nur sparsam angewendet werden. Im Handel kommt es dermalen noch nicht vor. Die sehr umständliche und schwierige Darstellung desselben kann nur von einem geschickten Chemiker unternommen werden, weshalb ich die spezielle Beschreibung seiner Bereitung hier übergehen muss und nur Folgendes darüber zur Beobachtung des Verfertigers zu erwähnen habe.

Da dies Salz ganz analog mit dem chlorsauren Kali zusammengesetzt ist, so könnte man es auch auf demselben Wege, wie dieses, bereiten, welches allerdings der einfachste sein würde; allein durch den Uebelstand, dass es sich nicht von dem bei der Bereitung sich mit bildendem salzsauren Salze*) *durch Krystallisation* trennen lässt, wird man genöthiget, einen andern Weg einzuschlagen; man bereitet nämlich *Chlorsäure* und sättiget damit die Barytbasis. Die Darstellung der Chlorsäure geschieht auf zweierlei Art; entweder durch Zerlegung des chlorsauren Kali mit *Kieselflusssäure***), oder mittelst *Weinsteinsäure*. Die erstere Darstellungs-Art der Chlorsäure ist zur Bereitung des chlorsauren Baryts für unsern Zweck vorzuziehen, denn bei Anwendung der Weinsteinsäure erhält man zum Theil eine Verbindung von Weinsteinsäure und Chlorsäure, welche sich durch überschüssig zugesetztes chlorsaures Kali nicht wieder vollkommen zerlegen lässt und dann mit der Barytbasis, als Verunreinigung, *weinsteinsauren* Baryt giebt, welcher sich ebenfalls nur schwierig vollkommen abscheiden lässt. Diese Verunreinigung mit weinsteinsaurem Baryt würde unserm Zwecke keineswegs sonderlich hinderlich sein, aber sie ist äusserst gefährlich, denn ein so verunreinigter chlorsaurer Baryt, sei die Verunreinigung so gering als sie wolle, entzündet sich nicht allein leicht mit Explosion von selbst, wenn er zur Trockene abgedampft wird, sondern auch wenn man ihn mit Schwefel oder andern brennbaren Stoffen mischt, und die Mischung sehr trocken oder warm wird. Die Bereitung dieses Salzes mittelst Kieselflusssäure ist daher, obschon sehr umständlich, vorzuziehn; sollte auch hier eine geringe Verunreinigung mit Kieselsäure stattfinden, so würde sie mindestens keine Gefahr bringen, wenn auch allerdings ebenso wie andere Verunreinigungen die beabsichtigte Wirkung etwas beeinträchtigen. Ganz besonders hat aber der Verfertiger dieses Salzes darauf zu sehen, dass der dazu zu verwendende Baryt *vollkommen* rein von Kalkerden sei, eine derartige Verunreinigung macht auch dieses Salz gleich dem salpetersauren Baryt für unsern Zweck ganz unbrauchbar.

*) Wie dies bei dem chlorsauren Kali angehet.

**) *Kieselfluor-Wasserstoff-Säure.*

Zur Darstellung der Chlorsäure wendet man auch wohl anstatt des chlorsauren Kali, *chlorsaures Natron,* der leichtern Auflöslichkeit wegen, an; aber der, mittelst auf diesem Wege dargestellter Chlorsäure, bereitete chlorsaure Baryt, enthält dann gewöhnlich Verunreinigungen mit Natronsalzen, welche ebenso, ja noch viel nachtheiliger für uns wirken, als Verunreinigungen mit Kalksalzen; es ist daher die Bereitung der Chlorsäure aus dem chlorsauren Kali, für die Darstellung des chlorsauren Baryt, zweckmässiger; sollte auch das Salz dann etwas mit Kalisalzen verunreiniget sein, so entstehet daraus für unsern Zweck weiter kein bedeutender Nachtheil.

Die Barytsalze sind sämmtlich giftig, daher bei ihrer Anwendung mit Vorsicht zu behandeln.

Salpetersaures Natron.

§. 16. Dies dem Salpeter ganz analoge Salz kommt im Handel vor, ist aber fast immer mit Kochsalz verunreiniget, es ziehet etwas mehr noch wie der Salpeter, auch im chemisch reinem Zustande, die Feuchtigkeit an, diese üble Eigenschaft wird sehr vermehrt, wenn es verunreiniget ist, man reiniget es wie den Salpeter; es ist indess in jeder guten Apotheke ganz rein zu einem billigen Preise auf Bestellung zu haben und am besten auf diesem Wege zu beziehen. Es dient zur Darstellung des gelben Lichtes.

Doppeltkohlensaures Natron.

§. 17. Dieses Salz kommt jetzt im Handel allgemein vor, und dient in der Feuerwerkerei zur Darstellung des gelben Lichtes; es ist im reinen Zustande vollkommen luftbeständig.

Kleesaures Natron. Oxalsaures Natron.

§. 18. Dieses Salz wird anstatt des doppeltkohlensauren Natron von einigen Feuerwerkern angewendet, welche demselben für die beabsichtigte Wirkung den Vorzug vor jenem geben, weshalb ich es hier mit aufführe, obschon ich es für ganz entbehrlich halte. Es ist in jeder Apotheke zu haben.

Kohlensaures Kupfer.

§. 19. Das kohlensaure Kupfer bereitet man sehr leicht durch Fällung mittelst Pottasche aus einer Auflösung des *schwefelsauren Kupfers,* in Wasser ganz so wie man die kohlensaure Strontian- oder Baryterde bereitet, und wie bereits oben angegeben ist. Man erhält auf diesem Wege einen bald mehr bald minder hellern oder dunklern blaugrün gefärbten Niederschlag, welchen

man auf Löschpapier auf einem warmen Ofen vollkommen trocknet. Zu bemerken ist hierbei, dass dieser Niederschlag sehr sorgfältig und vielmal ausgewaschen, *ausgesüsst,* werden muss, um jede Spur von dem Fällungsmittel, der Pottaschenauflösung, zu entfernen; enthält der Niederschlag hievon nur noch eine Spur, so schadet diese Verunreinigung ungemein unserm Zwecke. Der Niederschlag sintert bei dem Trocknen ziemlich fest zusammen und muss dann in einer Reibeschaale wieder zerrieben oder in einem Mörser zu Pulver gestossen werden, man schüttet das Pulver dann in eine eiserne oder metallene Schaale und erhitzt es unter beständigem Umrühren auf einem Kohlenfeuer so lange, bis sich die grüne Farbe desselben in dunkelbraun verwandelt hat, es entweicht hiebei das sogenannte Hydratwasser, welches das Salz enthält.

Das zur Bereitung nöthige schwefelsaure Kupfer ist überall unter dem Namen *blauer Vitriol* zu haben*).

Bergblau.

§. 20. Das Bergblau kommt im Handel als bekannte Malerfarbe vor, zuweilen mit Thon, Kreide oder andern Erden verunreiniget; unter dem Namen *englisches Bergblau erster Qualität,* doch in der Regel immer vollkommen rein; das unreine ist für unsern Zweck unbrauchbar. Dieses Salz ist ebenfalls ein kohlensaures Kupfer, dessen chemische Zusammensetzung zwar bekannt, doch dessen Darstellungsart gegenwärtig noch ein Geheimniss einiger englischen Fabrikanten ist. In den Kupfererzen kommt dasselbe Salz als schöne dunkelblaue Krystalle von der Natur gebildet vor, welche man *Kupferlasur* nennt. Das künstliche Bergblau bekommt man als ein feines, zartes Pulver und bedarf weiter keiner Zubereitung.

Basisch-salzsaures Kupfer.

§. 21. Dieses Salz ist eine Verbindung des Kupfers mit Chlor und Sauerstoff, im Handel kommt es nicht vor, da es nur für die Chemiker von wissenschaftlichem Interresse ist und sonst keine weitere technische Verwendung, ausser für uns, findet. Um es darzustellen, löst man *neutrales salzsaures Kupfer***) in

*) Zur Darstellung der kohlensauren Strontianerde, der kohlensauren Baryterde und des kohlensauren Kupfers wendet man als Fällungsmittel, anstatt der Pottasche, auch wohl Natron an, für unsern Zweck ist es jedoch besser, sich der Pottasche zu bedienen, denn wenn das Präparat bei Anwendung des Natrons nicht auf das sorgfältigste ausgesüsst wird, und nur noch eine geringe Spur des Fällungsmittels darinnen zurückbleibt, so wirkt diese Verunreinigung dann höchst nachtheilig, und weit nachtheiliger, als eine geringe Verunreinigung von Pottasche.

**) Chlorkupfer.

Wasser auf und digerirt dies unter Erwärmung mit *kohlensaurem Kupfer;* es bildet sich dabei sehr schnell das Kupferoxydchlorid und fällt als ein sehr blassgrünes Pulver nieder. Dieses wird sorgfältig ausgesüsst, um alles etwaige neutrale salzsaure Salz zu entfernen, und der Rückstand dann getrocknet, es bleibt an der Luft vollkommen unverändert; sollte es feucht werden, so ist dies ein Zeichen, dass es noch neutrales Salz enthält und nicht vollkommen rein ausgesüsst war. Bei der Bereitung ist es zweckmässig, etwas weniger kohlensaures Kupfer zu nehmen, als nöthig ist, um alles neutrale Salz in basisches umzuwandeln, widrigenfalls, bei einem Ueberschusse von kohlensaurem Kupfer, dieser Ueberschuss unverändert mit niederfallen würde, was indess für unsern Zweck keinen grossen Nachtheil hat; doch um das verlangte Salz ganz rein zu haben, ist es besser, einen Ueberschuss des neutralen Salzes bei der Bereitung zu lassen und ihn durch Auswaschen dann zu entfernen.

Basisch-salpetersaures Kupfer.

§. 22. Dieses Kupfersalz muss wie das vorstehende besonders bereitet werden, da es ebenfalls, ausser für unsern Zweck, keine anderweitige Anwendung findet und daher auch nicht käuflich zu haben ist. Die Bereitung des basisch-salpetersauren Kupfers gelingt oft nicht nach den darüber in den chemischen Werken vorhandenen Vorschriften, ich lasse daher die Beschreibung der Bereitungsart, die ich am sichersten fand, folgen. Man löst eine beliebige Menge schwefelsaures Kupfer in Wasser auf, und füllt mit Kali oder Natron das Oxyd, man süsst es vollkommen mit Wasser aus und theilt das erhaltene Kupferoxydhydrat in fünf Theile dem Gewichte nach. *Einen* Theil desselben löst man, noch nass, in Salpetersäure auf, wobei jedoch ein Ueberschuss von Säure zu vermeiden ist; das erhaltene salpetersaure Kupfer giesst man auf die noch übrigen *vier Fünftheile* Kupferoxydhydrat, bringt das Gemenge in einer Porzellanschaale zum Kochen, und hält es dann so lange warm, bis alles Brausen aufgehört hat, wonach sich das basisch-salpetersaure Kupfer gebildet haben wird; es sieht maigrün, zuweilen auch graugrün aus. Das Präparat wird mit Wasser vollkommen ausgesüsst und dann bei gelinder Wärme getrocknet. Dies so bereitete basisch-salpetersaure Kupfer enthält in der Regel immer noch einen Theil blosses Kupferoxyd, welche Verunreinigung indess für unsern Zweck von keinem wesentlichen Nachtheil ist.

Dieses Kupferpräparat ist vollkommen luftbeständig und enthält kein Hydratwasser*).

*) Es ist eigentlich *fünftel-salpetersaures Kupferoxyd,* bestehend aus fünf Atomen Kupfer und einem Atom Salpetersäure, ausser dieser Verbindung des Kupfers mit der Salpetersäure und der neutralen, ein zerfliessliches Salz, kennt man dermalen noch keine andere Verbindung.

Basisch-schwefelsaures Kupfer.

§. 23. Dieses Salz, welches aus dem neutralen schwefelsauren Kupfer auf eben dem Wege wie das basisch-salzsaure dargestellt wird, kann die Stelle des Letztern vertreten; ich finde für unsern Zweck in demselben keine besonders dienliche Wirkung, daher ist es wohl zu entbehren, und ich führe es hier nur darum mit auf, weil es von einigen Feuerwerkern zur Anwendung empfohlen wird.

Krystallisirter Grünspan, essigsaures Kupfer.

§. 24. Dieses Salz kommt im Handel allgemein auch unter dem Namen *destillirter Grünspan* in schönen dunkelgrünen, leicht zerreiblichen, luftbeständigen Krystallen vor; es ist wie alle Kupferpräparate giftig und staubt sehr, wenn es pulverisirt wird; man thut daher gut dies Stauben dadurch zu verhindern, dass man es während dieser Arbeit mit einigen Tropfen Weingeist befeuchtet.

Schwefelsaures Ammoniak-Kupfer.

§. 25. Dieses Salz ist bei den Droguisten und in jeder Apotheke zu haben in schönen dunkelblauen gestreckten Krystallen, es ist für unsern Zweck von sehr guter Wirkung, aber es ist nicht luftbeständig und zerlegt sich leicht, wenn es der Luft ausgesetzt wird*).

Sämmtliche hier angegebene Kupfersalze dienen in der Feuerwerkerei hauptsächlich zur Erzeugung eines blauen, mitunter auch eines grünen Lichtes, wovon weiter unten specieller die Rede sein wird.

Eisen.

§. 26. Das Eisen wird in der Feuerwerkerei sehr vielfältig gebraucht, weniger jedoch in seinem reinen Zustande, sondern vielmehr in seiner Verbindung mit dem Kohlenstoffe als *Stahl* und *Gusseisen*; beide müssen für unsern Zweck mehr oder weniger fein zerkleint werden; dies geschiehet auf folgende Weise:

Stahl. Von allen Gattungen Stahl macht der englische Gussstahl die schönste Wirkung, man wendet ihn als Feilspäne an; von den Feilhauern

*) Indem das Ammoniak nach und nach gasförmig entweicht und basisch schwefelsaures Kupfer zurückbleibt, ich kann daher die Anwendung dieses Salzes eben nicht empfehlen. Anstatt des Wortes *Ammoniak* wird, gleichbedeutend, häufig das Wort *Ammonium* gebraucht; die Chemiker machen darin einen Unterschied, der für uns jedoch von weiter keinem Interesse ist.

kann man sich zwar leicht Stahlfeilspäne verschaffen, sie sind aber oft mit Eisenspänen untermischt, unrein, und selten von englischem Gussstahle, machen daher auch eine weit schlechtere Wirkung als solche, welche man besonders von englischem Gussstahle feilen lässt. Diese Arbeit, das Feilen, ist zwar sehr mühsam, da man aber mit einer geringen Quantität weit ausreicht, so ist die schöne Wirkung der dazu eigens gefeilten Stahlspäne wohl der Mühe des Feilens werth. Anstatt des gefeilten Stahles kann man auch gestossne Taschen-Uhrfedern anwenden, welche ziemlich gleiche Wirkung mit den Stahlspänen machen. Man lässt zu dem Ende bei den Uhrmachern die zerbrochenen unbrauchbaren Taschen-Uhrfedern sammeln, zerbricht sie in Zoll lange Stückchen, thut sie in einen Schmelztiegel, setzt diesen auf ein Kohlenfeuer, und wenn er weissglühend geworden ist, schüttet man die glühenden Uhrfedern in kaltes Wasser, worin etwas Alaun aufgelöst worden; die Uhrfedern werden davon so spröde, dass man sie in einem Mörser leicht zerstossen kann.

Gusseisen. Das Gusseisen lässt sich in einem eisernen Mörser leicht zerkleinen; man nimmt dazu unbrauchbare, bei dem Guss verdorbene, noch unglasirte eiserne Kochgeschirre, die man in jeder Eisengiesserei vorfindet, zerbricht sie in kleine Stücke, welche man weissglühend macht und dann ebenso in recht kaltem Wasser, worinnen etwas Alaun aufgelöst ist, ablöscht, wovon sie spröder werden und sich leichter zerstossen lassen; das bereits im Mörser zerkleinte Eisen muss man recht oft mittelst Siebens von dem noch gröbern absondern, damit man nicht zu viel feinen Staub erhält, welcher für unsern Zweck wenig brauchbar ist. Das Gusseisen kann wie der Stahl ebenfalls gefeilt werden, aber die Arbeit ist noch mühsamer als das Feilen des Stahls. Aus denen Maschinenwerkstätten kann man immer Feil- und Drehspäne von Gusseisen bekommen, die recht gut anwendbar sind.

Die Stahlspäne, gestossene Uhrfedern oder das zerkleinte Gusseisen lässt man durch mehrere weitere und engere Siebe gehen, damit man verschiedne Sorten hinsichtlich der Feinheit der mechanischen Zertheilung erhält, weil hievon, wie man an seinem Platze sehen wird, die Wirkung gar sehr abhängt.

Zink, Spiauter.

§. 27. Dieses bekannte Metall spielt in der Feuerwerkerei eine nicht unbedeutende Rolle, es wird wie das Eisen im metallischen Zustande angewendet; um es zu zerkleinen, giebt es mehrere Verfahrungsarten, von denen die zweckmässigsten hier angegeben werden.

a) *Durch Amalgamiren mit Quecksilber.* Man schmilzt eine beliebige Menge Zink in einer eisernen Kelle, hebt sie dann vom Feuer, und giesst *ein Zwanzigtheil* des Gewichts des Zinks Quecksilber hinein. Man rührt das Gemisch, während es noch flüssig ist, mit einem eisernen Stäbchen um und lässt es

dann erkalten, wonach es in einem Mörser leicht zu Pulver gestossen werden kann. Diese Art, den Zink zu zerkleinen, ist die bequemste.

b) *Durch Granuliren.* Man lässt vom Drechsler eine runde hohle Büchse von hartem Holze in der Grösse einer Faust drehen, welche in zwei Halbkugeln aus einander zu nehmen geht, und einen gut schliessenden Falz wie eine Dose hat, welcher beide Theile verbindet, ganz so wie dergleichen Büchsen von den Apothekern zum Versilbern der Pillen gebraucht werden. Die inneren Wände beider Halbkugeln streicht man mit trockner Kreide recht dick aus; dann schmilzt man eine beliebige Quantität Zink und giesst ihn in eine der Hälften der Büchse, setzt die andere Hälfte darauf, hüllt die geschlossene Büchse schnell in ein dickes Tuch und schüttelt dann dieselbe recht heftig mit den Händen, so lange, bis der darinnen befindliche Zink erstarrt ist; nach Oeffnung der Büchse wird man den Zink in ein grobes Pulver zertheilt finden. Man muss immer nur kleine Quantitäten Zink, höchstens vier Loth auf einmal, in die Büchse thun, sonst erhält man den Zink zu grob granulirt und die Büchse verkohlt von der grössern Hitze auch leicht, wenn eine grössere Quantität Zink auf einmal hinein gegossen wird. Das Ausstreichen der Büchse mit Kreide dient nicht allein dazu, um diese vor dem Verkohlen etwas zu schützen, sondern ist für die Verkleinerung des Zinkes wesentlich nothwendig; durch das Schütteln reisst sich etwas Kreidepulver von den Wänden der Büchse los, welches zwischen den geschmolzenen Zink fällt und das Wiederzusammenfliessen des Zinks verhindert; ohne das Ausstreichen mit Kreide erhält man den Zink nicht granulirt. Das Zinkpulver wird nun durch einen Sieb gesiebt, um die gröbern Körner abzusondern, welche aufs Neue geschmolzen werden können. Die Feinheit der Zerkleinerung ist am besten, wenn die Zinkkörner die Grösse des Kornes des feinkörnigsten Scheibenpulvers haben; durch die Weite der Maschen des Siebes lässt sich dies leicht bestimmen. Dieser granulirte und gesiebte Zink ist nun noch mit etwas sich gebildetem Zinkoxyd und etwas Kreide verunreinigt, welches beides durch Auswaschen mit Wasser, wobei der metallische Zink zu Boden fällt, und das sich darüber setzende Oxyd und die Kreide leicht abgegossen werden können, entfernt wird; es bildet sich aber, wenn man das Zinkpulver dann trocknet, immer wieder etwas neues Oxyd, welches zwar wenig schadet, aber auch grösstentheils entfernt werden kann, wenn man den getrockneten Zink noch einmal dann mit Alkohol auswäscht. Diese Arbeit, den Zink zu zerkleinen, ist zwar etwas umständlich, aber sie ist doch die schnellste, wenn man das Amalgama nicht anwenden will. Der Zink kann auch auf folgende Art granulirt werden: man erhitzt den Zink in einer eisernen Kelle über dem Feuer bis nahe zu seinem Schmelzpunkte, in diesem Temperaturzustande lässt er sich im Mörser zu Pulver stossen, doch muss bei dieser Operation gerade eine gewisse Temperatur getroffen werden, sonst gelingt die Arbeit nicht.

c) *Durch Feilen.* Den Zink mittelst der Feile zu zerkleinen ist eine sehr mühsame Arbeit, am besten gehet dies noch mit einer sehr groben Feile oder einer feinen Holzraspel. In den Maschinenwerkstätten findet man zuweilen Drehspäne von Zink vor, welche, wie der gefeilte Zink, sehr gut zu gebrauchen sind; man zerkleint diese Drehspäne in einem eisernen Mörser noch so weit es sich thun lässt, und siebt sie dann durch gröbere und feinere Siebe, das Gröbere und der Staub wird weggethan.

Braunstein.

§. 28. Der Braunstein ist ein im Handel vorkommendes bekanntes Mineral von schwarzbrauner Farbe; für unsern Zweck wählet man solche Stücke aus, welche strahlig krystallisirt sind und ein glänzendes Gefüge haben; man stösst den Braunstein in einem Mörser zu einem groben Pulver, von dem man den feinen Staub und die ganz groben Theile mittelst verschiedener Siebe absondert und nur das zur Anwendung ziehet, was eine mechanische Zerkleinerung in der Grösse der Feilspäne hat.

Versüsstes salzsaures Quecksilber. *(Calomel.)*

§. 29. Dieses Salz, eine Verbindung des Quecksilbers mit dem Chlor, bekommt man als ein zartes weisses Pulver in den Apotheken. Die Anwendung desselben in der Feuerwerkerei beschränkt sich auf einige geringe Fälle, es ist sehr giftig und daher mit Vorsicht zu behandeln.

Salmiak.

§. 30. Dieses Salz ist bei allen Droguisten zu haben, da es zu sehr vielen technischen Zwecken dient, doch kommt es gewöhnlich in sehr unreinem Zustande im Handel vor, man beziehet es daher am besten aus einer Apotheke unter dem Namen *gereinigter Salmiak;* es dient in der Feuerwerkerei in einigen Fällen als Zerlegungsmittel.

Phosphorsaures Ammoniak.

§. 31. Dieses Salz beziehet man aus den Apotheken, es dient zu gleichem Zwecke wie der Salmiak; es muss immer an einem trocknen Orte aufbewahrt werden, da es die Feuchtigkeit etwas anziehet.

Goldsand.

§. 32. Unter diesem Namen wird von den Zeichenmaterialien-Händlern eine Art Glimmer von gelblicher Farbe als Streusand verkauft, er besteht aus kleinen durchsichtigen Plättchen, gewöhnlich mit etwas feinem Quarzsande untermischt, wovon man ihn durch Schlämmen in Wasser trennen kann, obschon dies für unsern Zweck eben nicht nothwendig ist.

Stearin.

§. 33. Das Stearin ist der feste Bestandtheil des Fettes, es wird gegenwärtig zu den bekannten Stearinkerzen benutzt und ist dem Wachs sehr ähnlich. In der Feuerwerkerei dient das Stearin als brennbare Substanz gleich dem Talg und andern Fetten, hat aber für uns den Vorzug, dass es sich leicht pulvern lässt; man schabt es zu dem Ende mit einem Messer zu feinen Spänen, welche sich dann in einer Reibeschaale, zusammengemengt mit den andern Substanzen, in deren Verbindung es gebraucht wird, leicht zu Pulver zerreiben lassen.

Rauschgelb, Realgar, Arsenikschwefel.

§. 34. Dieses Präparat, eine Verbindung des Arsenikmetalles mit dem Schwefel, wurde früher häufig als orangegelbe Malerfarbe gebraucht und öffentlich verkauft; da es aber sehr giftig ist und als Farbe in neuerer Zeit durch die gelben Chromfarben verdrängt wurde, so ist es jetzt ziemlich ganz aus dem Handel verschwunden und meist nur noch in Apotheken zu haben. Man bekommt es in geschmolzenen dunkelhyazintrothen halbdurchsichtigen Stücken von muscheligem Bruche, fein gestossen giebt es ein orangegelbes Pulver. Die ältern Feuerwerker benutzten es sehr häufig; wegen seiner giftigen Eigenschaft sucht man es jetzt zu entbehren, obschon die Anwendung desselben hie und da durch einen andern Körper noch nicht ersetzt ist.

Bärlappsaamen. *(Lycopodium.)*

§. 35. Ist der Saame einer Pflanze, man bekommt es bei den Droguisten und in den Apotheken überall; in der Feuerwerkerei wird es als brennbare Substanz in einigen Fällen mit Wirkung gebraucht; es bedarf weiter keiner Zubereitung, da es ein feines zartes Pulver ist.

Mastixharz.

§. 36. Das Mastix ist ein bekanntes Pflanzenharz, es kommt in kleinen runden halbdurchsichtigen gelben Körnern im Handel vor; für unsern Zweck wird es, fein gestossen, als Pulver angewendet und dient in der Feuerwerkerei theils als brennbare Substanz, theils als Bindungsmittel gleich andern Harzen. Das Pulverisiren desselben muss man bei Winterfrost vornehmen, bei einer niedern Lufttemperatur ist es äusserst spröde und leicht zerreiblich, im Sommer klumpt es sich zusammen und lässt sich dann nicht gut sieben. Das Mastix lässt sich auch leicht zu Pulver zerreiben, wenn man es mit Wasser anfeuchtet.

Arabisches Gummi.

§. 37. Dieses allgemein bekannte Pflanzengummi dient in der Feuerwerkerei als Bindungsmittel, man wendet es pulverisirt in Wasser gelöst an.

Milchzucker.

§. 38. Dieser Stoff, ein aus Milch bereiteter Zucker, ist bei den Droguisten, gewöhnlich in krystallinischer Form, zu haben, er wird fein gestossen und als Pulver angewandt, für unsern Zweck dient derselbe als brennbare Substanz und verhält sich ganz so wie der gewöhnliche Raffinatzucker, hat aber vor diesem den Vorzug, dass er keine Feuchtigkeit anziehet, was der gewöhnliche Zucker im hohen Grade thut.

Schellack.

§. 39. Ist ein bekanntes sehr hartes Pflanzenharz, der Hauptbestandtheil des Siegellackes, es dient in der Feuerwerkerei als brennbare Substanz und wird als feines Pulver angewandt.

Kienruss.

§. 40. Dieser allgemein bekannte Körper wird in der Feuerwerkerei als flammengebende und auch als zerlegende Substanz gebraucht, gleich der gewöhnlichen Kohle, woraus er auch im gereinigten Zustande allein bestehet, im rohen Zustande, wie er aus dem Ofen kommt, worin er bereitet wird; enthält er einen Antheil brenzliches Oel und Holzsäure, und diese Substanzen sind es grade, welche für unsern Zweck die gewünschte Wirkung hervorbringen. Er ist äusserst voluminös und erfordert für unsern Zweck folgende Zubereitung. Man schüttet den Kienruss in ein Gefäss, und giesst etwas *Weingeist* darauf, so viel als nothwendig ist, mit demselben einen steifen Teig zu bilden, hiebei verliert der Kienruss beinahe siebenachtel seines Volumens; dieser Teig wird dann auf einem warmen Ofen wieder getrocknet, so lange, bis der angewendete Weingeist vollkommen verdunstet ist, dann aufs Neue zur Anwendung fein pulverisirt. Glühet man den Kienruss in einem leicht bedeckten Topfe oder in einer Papierdüte aus, so verbrennt das enthaltende Brenzöl und die Holzsäure, er verhält sich dann ganz wie reine Kohle.

Bernstein.

§. 41. Ein bekanntes hartes Pflanzenharz, welches als fossil in der Erde und auch in der See gefunden wird, es wurde früher in der Feuerwerkerei häufig angewendet und wird auch jetzt zuweilen noch dazu benutzt, weshalb ich es hier mit aufführe.

Colophonium, Geigenharz.

§. 42. Ein bekanntes Pflanzenharz, welches als Rückstand bei der Bereitung des Terpentinöls gewonnen wird, in der Feuerwerkerei findet es einige Anwendung als flammengebender brennbarer Körper.

Weingeist, Alkohol.

§. 43. Der Weingeist wird in der Feuerwerkerei als Anfeuchtungsmittel gebraucht, da wo Wasser nicht anwendbar ist. Der anzuwendende Weingeist muss wasserfrei sein; d. h. mindestens *achtzig Prozent* nach *Richter* halten.

Terpentinöl.

§. 44. Das Terpentinöl ist ein allgemein bekanntes ätherisches Pflanzenöl, es wird in der Feuerwerkerei in einigen wenigen Fällen als Anfeuchtungsmittel gebraucht, da wo Wasser oder Weingeist nachtheilig sein würden.

§. 45. Ausser diesen hier aufgeführten Substanzen werden in der Feuerwerkerei zuweilen noch manche andere zu gleichen Zwecken gebraucht, welche ich jedoch, als weniger zweckmässig und wirksam, als wie die angegebenen, hier übergehen kann.

Von den Sätzen, Feuerwerkmischungen.

§. 46. Das Feuer, welches das, was bei einem Feuerwerk zur Anschauung kommt, bildet, wird durch verschiedenartige Mischungen der im vorhergehenden Abschnitte beschriebenen Materialien hervorgebracht; es zerfällt, hinsichtlich der Art und Weise seines Verhaltens für unser Auge, in *zwei Hauptgattungen,* nämlich in:

a) Funkenfeuer;
b) Flammenfeuer.

Das *Funkenfeuer* besteht aus einer Mischung von Materialien, welche während des Verbrennens gewisse Partikeln glühend oder brennend auswirft. Das Ausgeworfene, das so dem Auge erscheint, ist der Zweck des Funkenfeuers, die Flamme selbst wird dem Auge nicht sichtbar. Das *Flammenfeuer* hingegen besteht aus einer Mischung, welche mit einer bald mehr bald minder leuchtenden, dem Auge sichtbaren Flamme verbrennt und keine Partikeln auswirft.

Eine jede in der Lustfeuerwerkkunst angewandte brennbare Mischung nennt man *Satz,* ich weiss nicht warum, werde aber, da es so allgemein

Brauch ist, diesen Ausdruck beibehalten. Je nachdem ein Satz zu einem oder dem andern Zweck besonders gebraucht wird, erhält das Wort verschiedene Beinamen; so sagt man Schwärmersatz, Raketensatz, Leuchtkugelsatz etc.

Die Schnelligkeit oder Langsamkeit, mit der die Sätze verbrennen, ist sehr verschieden und kann den Umständen nach mannigfach verändert werden; einen schnell und heftig brennenden Satz nennt man einen *raschen Satz,* einen langsamer verbrennenden dagegen einen *faulen Satz.*

Die Feuerwerksätze leisten neben dem Zweck des Sichtbarwerdens ihres Feuers in vielen Fällen auch noch den der *Stossbewegung,* wie z. B. bei den Raketen und Feuerrädern. Alle sehr raschen Sätze werden für den letzteren Zweck hauptsächlich gebraucht; doch können auch sehr faule Sätze diese Stosskraft den Umständen nach ausüben, wie es z. B. bei den Raketen der Fall ist.

Jedes Feuer, es bestehe nun aus einem faulen oder einem raschen Satze, das eine Bewegung des Feuerwerkstücks hervorbringt, nennt man ein *treibendes,* bringt es keine Bewegung hervor, ein *stilles* Feuer.

§. 47. Die Wirkung eines Satzes beruht, wie die Wirkung des Schiesspulvers, auf der Entbindung von *Sauerstoffgas* *), mit dem sich beigemengte brennbare Stoffe unter Feuererscheinung und Wärmebildung grösstentheils zu expansiven Gasarten verbinden. In jedem Satze muss daher ein Körper vorhanden sein, der Sauerstoffgas zu entbinden fähig ist. Die Eigenschaften dieses Körpers müssen so beschaffen sein, dass die Entbindung des Sauerstoffes bei erhöhter Temperatur leicht und in grösstmöglichster Quantität geschehe; die hiezu geeignetsten Körper, die man gegenwärtig in der Lustfeuerwerkerei anwendet, sind der *Salpeter* und das *chlorsaure Kali.* Diese beiden Salze, eines oder das andere, bilden, gemischt mit brennbaren Stoffen, mit geringen Ausnahmen, überall das Feuer des Feuerwerks; die anderweitigen Beimischungen dienen nur dazu, dem Feuer verschiedene Charaktere zu geben. Da, wo man ein kräftiges treibendes Feuer ohne Rücksicht auf die Art der Flammenbildung verlangt, ist der Salpeter ausreichend und der Wohlfeilheit und andern weiter unten berührten Ursachen wegen am zweckmässigsten. Da, wo es auf eine energische leichte Entzündlichkeit oder auf eine besondere Flammenbildung ankommt, findet grösstentheils das chlorsaure Kali, als Sauerstoff liefernder Körper, Anwendung.

Aus dem Salpeter entbindet sich, bei gleicher Quantität, etwas mehr Sauerstoff, als aus dem chlorsauren Kali, wenn nämlich die Salpetersäure vollkommen zerlegt wird, was indess nicht bei allen derartigen Mischungen der Fall ist; bei gewissen Sätzen wird die im Salpeter gebundene Salpetersäure nur

*) Lebensluft.

zum Theil zerlegt in Sauerstoff und salpetrigte Säure, oder es entstehen neue Verbindungen, welche einen Theil des Sauerstoffs festhalten und für unsern Zweck unwirksam machen. Aus dem chlorsauren Kali wird der in ihm gebundene Sauerstoff immer vollkommen entbunden bei gänzlicher Zerlegung der Chlorsäure und schon bei einer weit niedrigern Temperatur, als die zur Zersetzung des Salpeters nothwendige.

Der dem Salpeter oder dem chlorsauren Kali beizumischende leicht brennbare Stoff ist, mit wenigen Ausnahmen, am zweckmässigsten immer der *Schwefel,* weil dieser Körper ohne einen Rückstand zu hinterlassen, und ohne merklich sichtbaren Rauch verbrennt. Da aber der Schwefel aus dem Salpeter nur bei einer bereits vorhandenen hohen Temperatur den Sauerstoff entbindet, so ist man bei dem Salpeter genöthigt, noch einen leicht entzündlichen heitzenden Körper beizumengen, der schnell eine hohe Temperatur annimmt, und sie einige Momente lang festhält; dieser Körper ist *Kohle,* oder kohlenstoffhaltige Körper, d. h. der Salpeter allein mit Schwefel gemengt, verbrennt nicht mit demselben, wenn er nicht bereits vorher bis zum Schmelzen erhitzt worden ist; es muss daher etwas Kohle zugesetzt werden, welche angezündet fortglüht, wodurch die Verpuffung des Gemisches eingeleitet wird, indem das erste Stückchen glühende Kohle ein Partickelchen des Salpeters zum Schmelzen bringt, wodurch dieser dann fähig wird, zerlegt zu werden.

Das chlorsaure Kali verbrennt dagegen sehr leicht mit Schwefel allein gemischt, ohne Beimischung von Kohle.

Der Salpeter so wie das chlorsaure Kali sind für *sich allein* unverbrennliche Körper; ihre Eigenschaft, mit brennbaren Stoffen zu verpuffen und zu verbrennen beruht darauf, dass mittelst der höheren Temperatur, die der angezündete brennbare Stoff erzeugt, der in ihnen enthaltene Sauerstoff ausgetrieben wird, in welchem letzteren dann die brennbaren Stoffe verbrennen, und durch das Verbrennen sich mit dem Sauerstoff zu neuen Körpern, grösstentheils gasförmigen, verbinden.

Der Salpeter, gemischt mit einem brennbaren Stoffe, oder das chlorsaure Kali, mit einem brennbaren Stoffe gemengt, bilden demnach zwei Reihen feuererzeugender *Grundmischungen* für alle Feuerwerksätze; die, eine jede für sich besonders, je nachdem die Art und der Zweck des Satzes es verlangt, bald die eine, bald die andere, angewendet werden.

Da wo Salpeter, in Verbindung mit einem brennbaren Stoffe, die feuererzeugende Grundlage des Satzes ist, nennen wir diese Grundlage der Kürze wegen *Salpetersatz,* worunter wir eine Mischung von Salpeter und Schwefel, in dem Verhältniss von vier Theilen Salpeter gemengt mit einem Theil Schwefel, verstehen. Eine Mischung in gleichem Verhältnisse von chlorsaurem Kali und Schwefel wollen wir dagegen *Chlorkalisatz* nennen.

Das Schiesspulver, sei es gekörnt oder zerrieben, ist als ein mit Kohle gemengter Salpetersatz zu betrachten; das quantitative Verhältniss seiner Bestandtheile, Salpeter, Schwefel und Kohle, und die innige mechanische Mischung derselben geben die heftigste und schnellste Wirkung, die man mit diesen drei Körpern erzeugen kann; wir wenden es daher, als Grundmischung der Sätze, deren Sauerstoff liefernder Theil Salpeter sein soll, überall da an, wo eine heftige rasche Wirkung verlangt wird, weil dies bequemer ist, als eine gleichwirkende Mischung aus Salpetersatz und Kohle selbst zu bereiten, denn eine solche Mischung würde nur dann dasselbe leisten, wenn sie derselben Behandlung, wie der der Bereitung des Schiesspulvers unterläge, aus Gründen, welche weiter unten näher entwickelt sind.

Da, wo es weniger auf eine grosse Schnelligkeit der Verbrennung, sondern mehr auf eine grosse Flammenbildung ankommt, wird der obige Salpetersatz, mit Kohle oder einem andern leicht brennbaren Körper gemengt, angewendet. Da das quantitative Verhältniss der Bestandtheile des *Schiesspulvers* anders ist, als das eines solchen mit Kohle gemengten Salpetersatzes, so ist die Wirkung der Verbrennung auch anderer Art, ebenso wie die Produkte derselben, letzteres hat indess für uns kein weiteres Interesse.

Weiter unten werden als Ausnahme des hier Gesagten einige Sätze angegeben sein, welche weder die eine noch die andere Grundmischung enthalten, die darinnen befindlichen salpetersauren oder chlorsauren Salze vertreten hier den Salpeter oder das chlorsaure Kali, da sie ganz analog diesen Salzen zusammengesetzt sind und sich als Sauerstofflieferer ebenso wie der Salpeter oder wie das chlorsaure Kali, für unsern Zweck, verhalten.

Zuweilen wird auch der *Schwefel* durch andere brennbare Substanzen, als Antimon, Kohle, Harze, Fette, Metalle, etc. etc. substituirt, doch immer nur da, wo die Eigenschaften des Schwefels für den vorliegenden Zweck nachtheilig einwirken würden, wovon weiter unten spezieller gesprochen werden wird.

§. 48. Es lassen sich in Betreff der quantitativen Verhältnisse, aus denen ein Satz bestehen muss, keine ganz scharfen Grenzlinien ziehen, da die Wirkung desselben von der verschiedenen Güte der Materialien und deren minderen oder grösseren mechanischen Zerkleinerung ungemein abhängig ist; sollte daher ein oder der andere Satz nicht vollkommen der von mir angegebenen Wirkung entsprechen, so darf man ihn nicht sogleich als unrichtig verwerfen, sondern man nehme sich die Mühe, das quantitative Verhältniss seiner Zusammensetzung in etwas abzuändern, bis er die verlangte Wirkung thun wird; wie man dabei zu verfahren hat, wird der Feuerwerker bei einiger Uebung und einigem Nachdenken leicht aus Nachstehendem kundig werden.

Neuere Schriftsteller, namentlich der verstorbene *Dr. Moritz Meyer* in Berlin, haben sich bemüht, die quantitativen Verhältnisse der Materialien, aus denen

die brennbaren Mischungen, die Sätze der Feuerwerkkörper, bestehen, genau nach ihrem chemischen Wirkungsvermögen zu bestimmen und nirgends davon abzuweichen, um diesen Theil der Lustfeuerwerkkunst auf einen wissenschaftlichen Grund zu basiren. So sehr ich selbst von dieser Idee eingenommen war, so habe ich gefunden, dass man nur in wenigen Fällen diese Idee praktisch festzuhalten im Stande ist, und sich oft genöthigt siehet, mehr oder weniger davon abzuweichen. Da uns in der Lustfeuerwerkkunst nur allein der Akt der Verbrennung der Sätze, keinesweges aber die Produkte der Verbrennung interessiren, so kann es uns ganz gleich sein, ob die verschiedenen Stoffe der Sätze nach der Verbrennung sich chemisch genau mit einander ausgeglichen haben, oder ob von dem einen oder dem andern Material noch etwas unzerlegt oder unverbunden übrig geblieben ist, wenn die Mischung nur die verlangte Wirkung leistet. Ja es beruhet sogar häufig die Wirkung eines Satzes, für unser Auge, nur allein darauf, dass bei der Verbrennung die chemische Ausgleichung der Materialien *nicht* vollkommen statt findet. Für die *Ernstfeuerwerkerei* ist dagegen dieser von Herrn Dr. Meyer angeregte Gegenstand von grosser Wichtigkeit.

§. 49. Die Materialien sämmtlicher Sätze werden da, wo nichts Besonderes dabei bemerkt ist, überall als das zarteste Pulver angewendet, und wie es sich von selbst versteht, auf das innigste gemischt. Das Mischen geschieht am bequemsten dadurch, dass man den Satz einigemal durch ein grobes Sieb gehen lässt.

Die salpetersauren Salze, die Kohle und einige andere Materialien ziehen die Feuchtigkeit aus der Luft an, und werden mehr oder weniger feucht und trocken, je nachdem die Luft mehr oder weniger mit Wasser geschwängert ist; dies verändert ihr specifisches Gewicht und daher auch die Wirkung eines und desselben Satzes, wenn man ihn zu verschiedenen Zeiten bereitet. Um immer ein und dieselbe Art Satz, zu jeder Zeit von gleicher Wirkung zu erhalten, ist es durchaus nothwendig, die Materialien des Satzes in einer und derselben Temperatur vor dem Abwägen erst vollkommen zu trocknen.

Einige Materialien, wie z. B. der Salpeter und das chlorsaure Kali klumpen sich gern zusammen, wenn sie im gepulverten Zustande, auch bei ganz trockenem Aufbewahrungsorte, reservirt werden, man muss daher die Materialien, welche diese Eigenschaft besitzen, ehe man sie unter einander mischt, erst wieder klar zerreiben.

Bei der Anfertigung der Sätze und der Feuerwerkstücke ist das Stauben einiger Sätze oft sehr lästig, und bei denen, welche giftige Materialien, als Grünspan, Baryt, Schwefelarsenik etc. etc. enthalten, der Gesundheit sehr nachtheilig; es ist daher zweckmässig, diese Sätze während ihrer Anwendung mit etwas wasserfreiem Weingeist ein klein wenig anzufeuchten; Wasser muss man hiezu nicht nehmen, denn Wasser löst die in den Sätzen enthal-

tenen Salze auf, wodurch der Satz oft in seiner Wirkung verändert und ungleich wird; Weingeist löst keines der hier vorkommenden Salze auf, und verdunstet bald wieder, ohne den Satz zu verändern. Das Anfeuchten mit Weingeist hat auch noch den Vortheil, dass die Partikeln, aus denen der Satz besteht, sich an einander anhängen, und daher die schwereren nicht zu Boden fallen, was auch leicht geschieht, wenn der Satz sehr trocken ist, und zufällig eine Erschütterung erleidet.

§. 50. **Von den Funkenfeuersätzen insbesondere.** Die Wirkung der Funkenfeuersätze beruhet darauf, dass eine mehr oder minder heftig brennende Mischung, derselben beigemischte Partikeln eines Nebenstoffes *glühend* oder *brennend* auswirft, wir gebrauchen daher für diese Sätze nur allein den Salpetersatz gemischt mit Kohle, also am zweckmässigsten das Mehlpulver, oder auch zuweilen Mehlpulver und Salpetersatz zusammen, wenn wir den Satz verlangsamen, d. h. fauler machen wollen.

Je feiner das Mehlpulver pulverisirt ist, desto mehr wird seine heftige Verbrennung gemässigt, je gröber es ist, desto mehr nähert es sich in seiner Wirkung dem Kornpulver, in welchem mechanischen Zustande das Pulver bekanntlich die schnellste und heftigste Wirkung liefert. Da es nun bei den Funkenfeuersätzen darauf ankommt, eine recht grosse Quantität des funkengebenden Materials der Grundmischung beimengen zu können, damit möglichst viele Funken ausgeworfen werden, so halte ich es für zweckmässig, für die *Funkenfeuersätze* das Mehlpulver nicht allzufein pulverisirt anzuwenden, um seine Wirkung nicht unnöthig zu schwächen; doch darf es auch nicht allzu grob sein; ein allzu grobes Mehlpulver mischt sich schwer ganz gleichmässig mit anderen Partikeln, und die Wirkung eines solchen Satzes ist daher oft zu ungleich.

Die Funkenfeuersätze zerfallen in zwei Arten:

a) Funkenfeuersätze, deren glühend ausgeworfene Partikeln in der Luft erst verbrennen.

b) Funkenfeuersätze, deren ausgeworfene Partikeln in der Luft blos glühen.

Für erstere Art stehen uns als funkengebende Beimischung nur zwei Körper zu Gebote, die *Kohle* und das *Eisen*. Mir sind bis jetzt keine anderen Körper bekannt geworden, die sich eben so wie diese beiden verhalten; die mit ihnen zusammengesetzten Sätze werden auch als die besten und wirksamsten Funkenfeuersätze betrachtet. Für die zweite Art lassen sich alle trockenen pulverisirbaren Körper verwenden, und man kann die Anzahl dieser Sätze daher sehr vermehren; man erhält aber immer nur mehr oder weniger dunkle oder helle, kleinere oder grössere Funken, deren Verschiedenheit oft gar nicht von den Zuschauern wahrgenommen wird. Die in ihrer Wirkung am meisten von einander abweichenden, der Art gebildeten Sätze habe ich in dieser Schrift

auch nur allein aufgenommen. Nach der Zusammensetzungsart der weiter unten angegebenen Funkenfeuersätze wird der Feuerwerker nach Belieben leicht noch andere zusammensetzen können. Je mehr man der Grundmischung des Satzes von dem funkengebenden Körper beimengt, desto fauler wird der Satz, und umgekehrt je fauler der Satz ist, desto weniger weit hoch oder heftig werden aber dann die Funken ausgeworfen; und bei einer zu bedeutenden Beimischung funkengebender Körper endlich auch oft weniger Funken, als bei einer geringen Quantität Beimischung; weil dann von der hitzegebenden Beimischung zu wenig im Satze enthalten ist, um alle auszuwerfenden Partikeln in glühenden Zustand zu versetzen.

§. 51. **Von den Flammenfeuersätzen insbesondere.** Das Feuer der Flammenfeuersätze ist entweder *weiss* oder *gefärbt;* da aber die Darstellung einer weissen Flamme auf denselben Prinzipien beruht, als die Darstellung der farbigen Flammen, so betrachten wir die weissen Flammenfeuersätze als mit zu den farbigen Flammenfeuersätzen gehörig.

Die Mischungsverhältnisse der für die Flammenfeuersätze anzuwendenden Materialien lassen sich noch weniger, als die der Funkenfeuersätze mit Sicherheit bestimmt angeben, weil bei diesen Sätzen die geringste veränderte Qualität eines oder des anderen Materials oft eine der beabsichtigten ganz entgegengesetzte Wirkung hervorbringt; ich muss mich daher bei diesem Theile der Feuerwerkerei etwas länger aufhalten, als es vielleicht von Manchem als nöthig angesehen werden dürfte.

Dieser Theil der Feuerwerkkunst war noch vor wenig Jahren sehr vernachlässigt; was man darinnen etwa Gutes erfand, wurde von den Feuerwerkern geheim gehalten; auch fehlte es früher an mehreren für die Darstellung bunter Flammen nöthigen chemischen Präparaten, oder sie waren früher für ihre Anwendung zu kostbar.

Die Bedingnisse eines guten Flammenfeuersatzes sind möglichste Lichtstärke, und eine reine, mit keiner Nebenfarbe vermischte, möglichst intensive Färbung. Als Grundmischung wird für die Flammenfeuersätze ebenfalls der Salpetersatz, mehr jedoch der Chlorkalisatz angewendet, da es hier fast gar nicht auf eine heftig wirkende Kraft ankommt, sondern mehr auf eine energisch leicht brennende Mischung.

Die Färbung der Flamme entsteht*) dadurch, dass Partikeln eines gewissen im Satze enthaltenen Körpers entweder mechanisch durch die Flamme aufgerissen oder gasförmig aufgelöst, schwimmend sich in ihr befinden, und durch die Flamme erglühend, mit einem ihnen eigenthümlichen farbigen Lichte leuchten. Die Art des Leuchtens dieser für diesen Zweck dem Satze beigemischten Körper erleidet zuweilen Veränderungen, wenn die Flamme durch eine oder die andere Grundmischung erzeugt wird.

*) Wahrscheinlich.

Die Metalle, sowohl in ihrem regulinischen Zustande, als auch in ihren verschiedenen Verbindungen mit andern Körpern, besitzen die Eigenschaft, theils *selbst* bei einer gewissen Temperatur eine farbige Flamme zu liefern, theils auch, in einer bereits vorhandenen Flamme als Färbungsmittel aufzutreten und hierauf beruht die Darstellung der Farbenfeuersätze.

Wird irgend ein Metall, Metalloxyd, Schwefelmetall oder Metallsalz im fein zertheilten Zustande in eine Flamme gebracht, so erhält die Flamme davon eine Färbung, von einer jedem Metalle eigenthümlichen Art. Die Flamme selbst aber muss einen gewissen Grad der Temperatur haben, wenn eine Färbung entstehen soll; dieser Grad der Temperatur ist nicht allein für jedes Metall, sondern auch für jeden der oben angeführten verschiedenen Zustände, in denen ein Metall in die Flamme gebracht wird, verschieden; wendet man Metallsalze an, so ist es nicht immer einerlei, welche Salzverbindung man gebraucht, da dann zuweilen, obwohl immer nur schwach, auch die *Basis der Säure* färbend auftritt.

Die verschiedenen Materialien, ihre Anzahl sei welche sie wolle, aus denen ein farbig brennender Satz besteht, lassen sich in drei *Haupttheile* hinsichtlich der Art ihrer Wirkung theilen, jeder dieser Haupttheile wirkt, für sich allein gedacht, verschiedenartig von dem andern, und ich bezeichne diese drei Haupttheile oder Wirkungen mit den Buchstaben *A*, *B*, *C*.

Der erste Theil *A* ist der, welcher bei einer gewissen erhöhten Temperatur verändert wird und dabei Sauerstoffgas entbindet; der zweite Theil *B* ist der eine Flamme erzeugende; der dritte Theil *C* der die Flamme färbende.

Hieraus geht hervor, dass man bei der Zusammensetzung eines farbig brennenden Satzes darauf zu achten hat, dass der Satz solche Materialien enthalte, die die Wirkungen *A*, *B* und *C* zu leisten vermögen; wie sich aber diese Materialien hinsichtlich ihrer quantitativen Mengen zu einander verhalten müssen, um die verlangte Wirkung hervorzubringen, diess kann nur durch Versuche, nicht aber durch Berechnungen gefunden werden, da hier noch andere Nebenumstände und chemische Prozesse bei der Verbrennung des Satzes einwirken, welche dem verlangten Zweck oft unvorhergesehene Hindernisse in den Weg legen.

Wird der Satz angezündet, so zerlegt die aus *B* entstehende Flamme einen Theil des *A*, wobei sich Sauerstoffgas entbindet; dieser frei gewordene Sauerstoff unterhält das weitere Verbrennen des *B*, wodurch wiederum die Zerlegung des *A* fortgesetzt wird; die durch diese Wechselwirkung entstehende Flamme wird dabei durch das *C* gefärbt, wenn sie die zur Färbung nöthige Höhe oder Tiefe der Temperatur besitzt; diese Temperatur ist von dem gegenseitigen quantitativen Verhältnisse des *A* und *B* sowohl, als von der Art der Grundmischung, und dem qualitativen und quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile eines Satzes überhaupt abhängig. Im Allgemeinen steigt

die Temperatur der Flamme mit der steigenden Quantität des sich entbindenden Sauerstoffes, doch ist durch eine vergrösserte Quantität des *A* die Steigerung der Temperatur nur bis zu einem gewissen Punkte möglich, wird dieser überschritten, so sinkt die Temperatur wieder, weil dann die Quantität der Flamme zu klein wird, um vollkommen zerlegend auf *A* einwirken zu können. Im Allgemeinen muss sich daher *A* zu *B* so verhalten, dass mittelst der Verbrennung des *B*, das zur vollkommensten Verbrennung desselben nöthige Sauerstoffgas durch *B* aus *A* entwickelt werde; doch auch diess lässt sich nicht immer als eine bestimmte Regel angeben, da, wie ich schon oben bemerkte, der zur Färbung nöthige Temperaturgrad der Flamme für jedes färbende Material verschieden ist. Ferner muss der färbende Theil *C* gerade in der Quantität in dem Satze enthalten sein, die nöthig ist, die Flamme möglichst vollkommen zu färben, ohne jedoch dagegen die freie Entwickelung der Flamme zu hindern, welches Letztere bei den Farbenfeuersätzen mehr oder weniger der Fall, und von dem Volumen des färbenden Theils abhängig ist. Gewöhnlich *) sind in *einem* Material der erste und der dritte, oder der zweite und der dritte Theil vereinigt.

Ist der *färbende* Theil in einem dem Satze beigemengten salpetersauren Metallsalze enthalten, so wirkt dieses Salz als *A* und *C* zugleich; besteht der färbende Theil aus einem regulinischen Metalle oder einem Schwefelmetalle, so wirkt dasselbe als *B* und *C* zugleich; besteht dagegen der färbende Theil aus einem Metallsalze **), so wirkt dasselbe, mit wenigen Ausnahmen, nur als *C*; die Wirkung eines Metalloxyds ist immer nur färbend allein. Da wo Salpeter als *A* gebraucht wird, wirkt die metallische Grundlage seiner Basis immer mit als *C*, welches Verhalten in vielen Fällen nachtheilig wird; bei Anwendung des chlorsauren Kali anstatt des Salpeters ist dies weit weniger der Fall, obschon dieses Salz mit dem Salpeter gleiche Basis hat. Unter allen Zuständen, in denen Metalle angewendet werden können, sind keine für unsern Zweck so passend, als die salpetersauren Metallsalze, weil sie, *erstens*, wie schon oben bemerkt, immer *A* und *B* zugleich sind; der Satz bedarf daher zuweilen gar keiner Beimischung von Salpetersatz oder Chlorkalisatz, oder doch weit weniger als andere Sätze, in denen der färbende Theil allein die Wirkung *C*, oder *C* und *B* zugleich, hervorbringt; *zweitens*, ist keine Metallverbindung mit einer mineralischen Säure, in erhöheter Temperatur so vollkommen zerleglich als die *salpetersaure*, alle andern Säuren halten entweder einen Theil ihrer Basis fest oder sie stören mittelst der Masse eines oder des andern ihrer feuerbeständigen Bestandtheile die Verbrennung des Satzes; die Salpetersäure thut dies nie, weil ihre beiden Bestandtheile, *Sauerstoff* und *Stickstoff* Gasgestalt annehmen, sobald ihre Verbindung, als Salpetersäure,

*) Obschon nicht für jeden Satz.

**) d. h. nicht salpetersauren.

zerlegt wird. Der frei werdende Stickstoff scheint noch insbesondere als glühender Körper zur Bildung einer grossen Flamme, womit sich die Anwendung salpetersaurer Salze auszeichnet, beizutragen. In den Sätzen, wo das färbende Metall an eine *Pflanzensäure**) gebunden ist, wird zwar auch diese Säure gasförmig zerlegt, allein, das sich bei der Zerlegung der Pflanzensäuren bildende *Kohlenwasserstoffgas* ist wegen seiner eigenen Färbungsfähigkeit unserm Zwecke oft gar sehr hinderlich. Es giebt indess nur wenige salpetersaure Metallsalze, deren Basen die Flamme schön und hervorstechend färben, oder deren anderweitige Eigenschaften nicht mehr oder weniger die Anwendung für das farbige Feuer hindern. Die meisten salpetersauren Salze enthalten entweder eine Menge chemisch gebundenes Wasser, mit dem sie bei erhöhter Temperatur zerfliessen, oder sie ziehen die Feuchtigkeit aus der Luft sehr schnell und heftig an: beides verhindert ihre Anwendung für unseren Zweck.

Die farbigen Feuersätze, in denen *A* und *C* in einem Material vereinigt sind, zeichnen sich ganz besonders vor allen übrigen aus; sie beleuchten die Gegenstände, auf die ihr Licht fällt, mit der ihnen eigenthümlichen Farbe mit vorzüglicher Lichtstärke, und ihre Farbe wird in der weitesten Entfernung deutlich erkannt; alle anderen Sätze, in denen der färbende Theil allein als *C* wirkt oder mit *B* vereinigt ist, sind bei weitem weniger schön; ihre Farbe befindet sich grösstentheils mehr oder weniger nur an der Spitze der Flamme, nur in wenigen Fällen ist die Flamme über und über gefärbt; gewöhnlich ist sie nach dem Punkte zu, wo sie erzeugt wird, gelblichweiss oder röthlich, sie besitzen wenig Lichtstärke, beleuchten daher auch andere Gegenstände nur sehr gering, oft gar nicht, mit ihrer Farbe, und schon in einiger Entfernung vom Auge des Zuschauers wird diese nicht mehr deutlich gesehen.

Durch Vermehrung oder Verminderung der Grundmischung kann man jeden Flammenfeuersatz rascher oder fauler machen. Im Allgemeinen leidet aber die Färbung durch die grössere Raschheit des Satzes, weil die Färbung, welche die metallische Basis des Grundmischungssalzes hervorbringt, überwiegend wird; ein zu fauler Satz bringt dagegen oftmals den Hitzegrad nicht hervor, der zur Färbung der Flamme nöthig ist.

Eine jede Flamme, sie sei erzeugt, durch welches Material sie wolle, ist als eine glühende Gasart zu betrachten, so auch die Flamme der Flammenfeuersätze. Die Flamme derselben bestehet entweder aus Kohleuwasserstoffgas, Stickgas, Schwefelgas, Kohlenoxydgas, Chlorgas, Metallgas, oder aus verschiedenen Verbindungen dieser Gasarten. Die Art des glühenden Gases verändert mitunter die Art der Farbe, mit der die glühenden Partikeln des Metallsalzes darinnen leuchten, vermuthlich wenn die Bestandtheile der glühenden Gasart die vorhandene Metallverbindung in eine andere umwandeln,

*) Z. B. Essigsäure, Aepfelsäure etc. etc.

oder wenn die Flamme, nicht gerade die, für die beabsichtigte Färbung nöthige Höhe oder Tiefe der Temperatur besitzt, oft vernichtet auch eine *zu hohe* Temperatur *ganz* die Färbungsfähigkeit der färbenden Substanz; vermuthlich findet dann eine Deoxydation der Metallverbindung statt, und aus diesem merkwürdigen Verhalten schliesse ich, dass nicht eigentlich die Metalle in ihrem *regulinischen* Zustande Färbungsfähigkeit besitzen, sondern allein ihre *einfachen* Verbindungen mit andern einfachen Stoffen, als: *Oxyde, Chloride, Bromide* etc. etc., und dass dann die verschiedene Art ihrer Färbungsfähigkeit nicht sowohl von der Art der glühenden Gasart, als vielmehr von der Art ihrer Verbindung abhängig ist. Eine solche Verbindung des Metalles mit einem andern einfachen Stoffe braucht nicht immer schon vorläufig in der Mischung vorhanden zu sein, sondern sie kann in vielen Fällen erst im Augenblick der Verbrennung, durch gegenseitige chemische Einwirkung der vorhandenen Stoffe sich bilden, und es können daher bei verschiedenen Materialien der Grundmischung des Satzes verschiedenartige Färbungen durch ein und dasselbe färbende Material entstehen.

Einige leicht verbrennliche Metalle, wie z. B. der *Zink*, geben im regulinischen Zustande eine andere Farbe, als ihre anderweitigen Verbindungen; hier vermuthe ich, dass diese Färbungsfähigkeit des regulinischen Metalles die eigenthümliche Farbe des *in Gas verwandelten* Metalles ist; wie z. B. *Jodgas* eine violette, *Chlorgas* eine gelbliche, *Kaliumgas* eine grünliche Farbe hat.

Ausser dem chlorsauren Kali würden andere chlorsaure Metallsalze für unsern Zweck sehr genügende Resultate liefern, weil in ihnen ebenfalls die Sauerstoff entwickelnde und färbende Wirkung in einem Materiale vereinigt wäre, und da alle chlorsauren Salze, gleich dem chlorsauren Kali, leicht mit Schwefel oder einem andern brennbaren Stoffe verpuffen, so würden diese Sätze gar keine der oben angegebenen Grundmischungen bedürfen, und daher sehr reine intensive Färbungen geben. Die chlorsauren Metallsalze sind aber gegenwärtig noch sehr wenig dargestellt und untersucht worden, auch sind die meisten nicht luftbeständig, sondern zerfliesslich, und ihre Bereitung ist grösstentheils sehr umständlich und schwierig.

Von den Eigenschaften der Substanz, die dem Salpeter oder dem chlorsauren Kali, als flammebildender Körper, beigemengt wird, ist die Grösse und Form der Flamme, so wie auch zuweilen die Färbung der Flamme mehr oder weniger abhängig; es werden daher bei den Flammenfeuersätzen anstatt des Schwefels zuweilen auch andere Körper angewendet, als: Antimon, Arsenik, Harz, Fett, Lycopodium, Zucker und andere kohlenstoffhaltige und kohlenwasserstoffhaltige Körper mehr, je nachdem ein oder das andere Material der beabsichtigten Wirkung am besten entspricht. Das Antimon tritt am häufigsten an die Stelle des Schwefels, weil es eine grosse Flamme giebt, doch ist es wegen seiner eigenen Färbungsfähigkeit nicht in allen Fällen an-

wendbar. Harze und Fette geben als brennbare Beimischung meist immer sehr gute grosse Flammen, welche auch leicht alle Arten von Färbungen annehmen, sie verlangsamen aber den Satz zu sehr, weil das Schmelzen dieser Substanzen die übrigen Bestandtheile des Satzes einhüllt, der Satz erhält dadurch in der Regel eine zu niedere Temperatur für den beabsichtigten Zweck; in den meisten Fällen sind diese Substanzen auch wegen den Rückständen von Kohle, die sie, mitunter in grosser Menge, hinterlassen, nicht anwendbar, zuweilen macht das aus ihnen sich entbindende Kohlenwasserstoffgas die beabsichtigten Färbungen sehr unrein; der Schwefel giebt zwar keine sonderliche grosse Flamme, aber dieselbe nimmt alle Färbungen leicht und mit aller Reinheit an, daher wird derselbe nur immer da durch andere Substanzen ersetzt, wo man aus andern weiter unten näher entwickelten Ursachen den Schwefel nicht gern anwendet.

§. 52. Bei *den* Flammenfeuersätzen, welche ausser der Grundmischung noch *ein* salpetersaures Salz oder Sauerstoff lieferndes Salz enthalten, muss der Schwefel *) um so viel vermehrt werden, als nothwendig ist, die *neben* der Grundmischung noch beigemengten Sauerstofflieferer zu zerlegen. Bei Anwendung des Schwefels als brennbare Substanz kann man das quantitative Verhältniss desselben zu den Sauerstofflieferern in der Regel immer wie *eins* zu *vier* annehmen; ein Theil Schwefel auf vier Theile Sauerstoff liefernde Salze ist jedoch das Minimum, sonst erhält man eine gar zu kleine Flammenbildung, in einigen Fällen nur ist man genöthiget, den Schwefelgehalt noch zu verringern, wo die Färbungsfähigkeit der färbenden Substanz schwach ist und eine grosse Flamme nicht vollkommen zu färben vermag, aus demselben Grunde darf auch der Schwefelgehalt obiges Verhältniss nie bedeutend überschreiten.

Werden anstatt des Schwefels andere flammegebende Körper angewendet, so hängt die Wirkung von dem grössern oder mindern Gehalt von Kohlenstoff und Wasserstoff des brennbaren Körpers ab, die für den beabsichtigten Zweck nöthige Quantität lässt sich daher durch Berechnung nicht mit einiger Sicherheit bestimmen, und muss durch Erfahrung ermittelt werden.

Schwefelmetalle, als: Antimon oder Realgar, die dann und wann den Schwefel ersetzen, kann man, was ihr quantitatives Verhältniss zu den Sauerstofflieferern in den Sätzen anbetrifft, dem Schwefel gleich behandeln.

§. 53. Eben so, wie es bei den Funkenfeuersätzen der Fall ist, lassen sich auch eine unzählbare Menge der verschiedenartigsten Flammenfeuersätze darstellen; und da die Chemie noch immer neue, für unsern Zweck passliche Präparate liefern kann, so ist die Anzahl der guten brauchbaren Flammenfeuersätze noch keineswegs abgeschlossen. Man findet in den Feuerwerkschriften eine Menge verschiedenartig zusammengesetzter Flammenfeuersätze

*) Oder die ihn ersetzenden brennbaren Stoffe.

angegeben, die indessen in ihrer Art oft wenig von einander abweichen, und deren Wirkung nur bald mehr, bald weniger effektvoll ist; ich habe in diesem Werkchen daher nur die aufgenommen, die ich für die besten und brauchbarsten erkannte.

Je einfacher ein Satz zusammengesetzt ist, als desto vorzüglicher ist er gegen einen minder einfachen von gleicher Wirkung zu betrachten, weil sich der einfachere Satz leichter als der zusammengesetztere anfertigen, und sich das quantitative Verhältniss seiner Bestandtheile leichter abändern lässt, im Fall er der beabsichtigten Wirkung nicht entsprechen sollte. Ich habe mich zwar bemühet, die Sätze möglichst zu vereinfachen, doch ist mir dies nicht überall gelungen, weil man oft, theils um eine gute Flamme zu erhalten, verschiedenartige brennbare Stoffe, theils um die nöthige Raschheit des Satzes zu erlangen, beide feuererzeugende Grundmischungen in *einem* Satze anzuwenden genöthigt ist.

Ueber die Darstellung der einzelnen *verschiedenen* Farben findet man weiter unten in §. **103—113** noch Näheres für diejenigen angegeben, denen es Vergnügen machen dürfte, weitere Forschungen darinnen anzustellen, es konnte dies erst dort seinen Platz finden, weil die verschiedene Anwendung des farbigen Feuers für verschiedene Arten von Feuerwerkstücken, deren Beschreibung erst folgen kann, für eine und dieselbe Farbe oft verschiedene Materialien verlangt.

§. **54.** Zuweilen werden Funkenfeuer- und Flammenfeuersätze mit einander gemischt angewendet, theils um eine doppelte Wirkung für das Auge zu erreichen, theils um einen Flammenfeuersatz so rasch zu machen, dass er als treibendes Feuer zu dienen im Stande ist. Diese Sätze wollen wir *Doppelsätze* nennen, man bildet sie in der Regel dadurch, dass man einem Flammenfeuersatze so viel Mehlpulver zusetzt, bis er die nöthige Raschheit erreicht hat.

Die treibende Kraft der Sätze beruhet grösstentheils nur auf der Erzeugung von einer mehr oder mindern Menge sich entbindenden kohlensauren Gases, deshalb ist es nicht immer durchaus nothwendig, um einen Flammenfeuersatz treibend zu machen, Mehlpulver zuzusetzen, es reicht oft ein Zusatz von einer geringen Quantität Kohle hin, die treibende Kraft zu erzeugen, vorausgesetzt, dass der Satz genug sauerstoffliefernde Substanzen enthält, um die Kohle in kohlensaures Gas umzuwandeln; wird mehr Kohle zugesetzt, so wird der Satz wieder fauler, weil die überschüssige Kohle dann nicht mehr verbrennen kann, und sich folglich für den Satz als unverbrennende Substanz, die Verbrennung hindernd, verhält. Die Farbe der Flamme wird allerdings durch dergleichen Zusätze sehr geschwächt oder verändert, bleibt jedoch in den meisten Fällen immer noch so wirksam für das Auge, dass man sie deutlich erkennt, besonders wenn sie durch geschickte Mittel, worüber man im

dritten Abschnitt Näheres findet, unterstützt wird. Die ältere Feuerwerkerei benutzte sehr viele dergleichen Sätze, von denen ich auch die wirksamsten weiter unten, da wo sie Anwendung finden, in dieser Schrift mit aufgenommen habe; die grösstentheils sehr eigenthümliche Zusammensetzung dieser älteren Sätze lässt sich indess überall auf obige allgemeine Grundsätze zurückführen, und nach denselben bestimmen. Diese *Doppelsätze* sind eigentlich nichts anders als rasche Flammenfeuersätze, und man könnte sie füglich unter die Flammenfeuersätze zählen, da ihr Zweck weit weniger der des Funkenauswerfens als der einer Flammenbildung ist. Da sie aber immer nur ganz in der Art wie die Funkenfeuersätze Anwendung finden, so gehören sie in dieser Hinsicht mehr den Funkenfeuersätzen als den Flammenfeuersätzen an, oder bilden eigentlich eine besondere für sich bestehende Klasse unter den Sätzen.

§. 55. Wie schon oben bemerkt ist die Brennungsgeschwindigkeit *) der Sätze sehr verschieden, was natürlich von der qualitativen und quantitativen Verschiedenheit der Materialien, aus denen ein Satz bestehet, abhängt; doch kann auch ein und derselbe Satz sehr grosse Verschiedenheiten hinsichtlich seiner Verbrennungsgeschwindigkeit liefern, je nachdem die Art und Weise seiner Verbrennung stattfindet. Die Art der Verbrennung zerfällt in zwei Hauptverschiedenheiten:

a) *Verbrennung verschiedener Quantitäten auf ein und dieselbe Art und Weise;*

b) *Verbrennung gleicher Quantitäten auf ein und dieselbe Art und Weise bei mehr oder minderer Dichtigkeit* **) *der Masse.*

In Betreff der erstern Verbrennung *ad a.*, so steigt die Verbrennungsgeschwindigkeit verhältnissmässig mit der Quantität der Masse, d. h. bei zwei verschiedenen Quantitäten Satz ein und derselben Art verbrennt unter *gleichen Umständen der Verbrennung,* eine grössere Quantität ***) schneller als eine kleinere Quantität, weil bei einer grössern Quantität die Quadratfläche der den Satz umgebenden wärmeraubenden äusseren Gegenstände gegen die kubische Masse des Satzes kleiner, niedriger, sich verhalten als die umgebenden Flächen einer kleinern Quantität Satz zu dessen kubischem Inhalte; die zur Verbrennung nöthige Temperatur pflanzt sich um so schneller durch die Masse fort und wirkt um so heftiger auf sie ein, je kleiner die Summe der wärmeableitenden Quadratflächen gegen die Summe des kubischen Inhaltes der Masse ist, d. h., je weniger der brennenden Masse von der bei der Verbrennung entstehenden Temperatur durch äussere Gegenstände geraubt wird. Es versteht sich von selbst, dass hier nur eine Verbrennung gedacht ist, bei welcher die

*) Raschheit oder Faulheit.

**) *Comprimirung der Masse.*

***) Verhältnissmässig zu ihrer Masse.

ganze Fläche der Satzmasse auf einmal brennt. Man denke sich zwei Kugeln von einem und demselben Satze, eine Kugel zwei Zoll, die andere einen Zoll im Durchmesser, beide über ihre ganze Fläche hin brennend, so wird die grössere Kugel *im Verhältniss ihrer Masse zu der kleinern* schneller als die kleinere verbrennen. Da wo die Verbrennung so angeordnet ist, dass der Satz nur an einem Theil der Fläche seiner Masse, d. h. schichtweise, verbrennt, treten natürlich nach der Verschiedenheit der Grösse der brennenden Fläche auch bei gleichen Quantitäten verschiedene Brennungsgeschwindigkeiten ein; wobei das oben bemerkte Verhalten übrigens nicht aufgehoben, sondern nur nach den obwaltenden Umständen motivirt wird. Man denke sich zwei Satzcylinder von gleicher Höhe, den einen zwei Zoll, den andern einen Zoll im Durchmesser, beide von wärmeableitenden Flächen *gleicher Art* umgeben, beide an einer ihrer Kreisflächen brennend, so wird der dickere Cylinder schneller als der dünnere verbrennen, während beide Cylinder gleiche Zeit brennen müssten, wenn die wärmeableitenden Flächen in gleichem Verhältniss mit der grössern und kleinern Flamme, oder was hier eins ist, deren Temperaturen, des einen und des andern Cylinders ständen. Diesen Umstand hat der Feuerwerker, in allen den Fällen, wo Satzcylinder von verschiedenen Queerdurchmessern gleiche Zeiten lang brennen sollen, ganz besonders in Erwägung zu ziehen.

Die Verbrennung *ad b.* betreffend, so sagen die Feuerwerker, *je fester ein Satz comprimirt ist, desto langsamer wird seine Verbrennungsgeschwindigkeit.* Diese Theorie, welche man in allen Feuerwerkschriften angegeben findet, ist jedoch nur dann richtig, wenn die einzelnen Bestandtheile eines Satzes jeder für sich allein bis zu einem *mathematischen Minimum* zerkleint und mathematisch gleichmässig gemischt neben einander liegend gedacht werden; oder dann, wenn eine ebenso mathematisch bis ins Minimum zerkleinte und gemischte Grundmischung eines Satzes eine solche Substanz als Beimischung, gleich viel, ob letztere fein oder grob pulverisirt sei, enthält, welche *feuerfest* ist, und für die Grundmischung in chemischer Beziehung gänzlich gleichgültig, d. h. nicht reagirend, betrachtet werden kann. Um diese etwas schwierige, aber für den Feuerwerker sehr wichtige Theorie zu erläutern, diene meinen Lesern Folgendes:

Wird in eine cylinderförmige Röhre eine bestimmte Quantität Mehlpulver fest comprimirt und eine gleiche Quantität Mehlpulver in eine andere cylinderförmige Röhre, gleichen Durchmessers nur lose eingedrückt, so brennt das fest comprimirte Mehlpulver *langsamer* als das *lose* eingeladene, weil das Feuer in der erstern Röhre sich nicht so leicht durch die Masse fortpflanzen kann, als in der letztern, in welcher die Räume zwischen den einzelnen Mehlpulverpartikeln wegen der geringern Comprimirung grösser, weiter, als in der erstern sind. Nimmt man dagegen eine Mischung von Salpeter, Schwefel

und Kohle *in demselben Mischungsverhältnisse*, in welchem diese drei Substanzen im Schiesspulver vereiniget sind, *jeder* Bestandtheil *für sich allein* gepulvert, aber *jeder grade so fein wie das Mehlpulver*, und wiederholt man mit diesem Satze obigen Versuch, so brennt die Röhre, in welcher der Satz fest comprimirt sich befindet, *schneller* als die, welche den minder fest comprimirten Satz enthält. Dieses sonderbar scheinende Verhalten erklärt sich wie folgt.

Im Schiesspulver sind die drei Substanzen, woraus es bestehet, so fein zerkleint und so innig mechanisch gemischt, dass man diese Mischung als eine mathematisch innige betrachten kann; wird nun gekörntes Schiesspulver in Mehlpulver verwandelt, so wird die innige mechanische Mischung der drei Substanzen keinesweges aufgehoben, sondern dies Mehlpulver ist dann noch immer als ein nur noch feiner gekörntes Kornpulver zu betrachten, und jedes einzelne Partikelchen Mehlpulver bestehet an und für sich aus einer in sich gleichen quantitativen Mischung der drei Substanzen, aus denen jedes Körnchen des vorherigen Kornpulvers bestand, es bildet jedes einzelne Körnchen des Mehlpulvers ein chemisch thätiges, selbstständiges Ganzes. Werden dagegen Salpeter, Schwefel und Kohle, jede Substanz für sich allein, fein gepulvert bis zu derselben Feinheit der mechanischen Zerkleinerung, wie das Mehlpulver, und dann mit einander mechanisch gemischt, so ist daraus noch kein Mehlpulver geworden, weil dann jedes einzelne Partikelchen, nur entweder aus einem Partikelchen Salpeter, Schwefel oder Kohle, *nie* aber aus einem aus allen dreien dieser Substanzen zusammen gesetztes bestehet. Um die Wirkung des Schiesspulvers zu erhalten, müssen aber alle drei seiner Bestandtheile gegenseitig chemisch thätig sein, je näher nun diese drei Bestandtheile an einander liegen, um desto heftiger und schneller ist ihre chemische Einwirkung auf einander; wird nun ein Satz bestehend aus gepulvertem Salpeter, Schwefel und Kohle, fest comprimirt; so rücken die einzelnen Partikeln seiner Bestandtheile näher an und zwischen einander, und die chemische Thätigkeit, welche sie bei einer gewissen höhern Temperatur auf einander ausüben, wird schneller; man kann sagen, es wird ein solcher Satz, je mehr man ihn comprimirt, Schiesspulver ähnlicher, in Beziehung der chemischen Thätigkeit seiner Bestandtheile auf einander.

Jedes einzelne Partikelchen *Kohle* ist ein *voluminöses* Theilchen, in dessen Zwischenräumen sich Luft befindet, durch Comprimirung wird das Volumen der Kohle verringert und die enthaltende Luft herausgedrückt, wodurch natürlich die chemische Wirkung der andern Substanzen gegen die Kohle sich anders verhalten muss als zuvor.

Wird ein Gemisch von Schwefel, Salpeter und Kohle fest comprimirt und nachher wieder bis zu derselben Feinheit gepulvert, welche jede dieser drei Substanzen vorher hatte, so erhält man einen Satz, welcher *rascher* ist, als

dieselbe Mischung, ehe sie comprimirt wurde, ferner nimmt dann dieser comprimirte und dann wieder gepulverte Satz einen *kleinern* Raum bei gleichem Gewicht ein, als der uncomprimirte, ein Beweis, dass eine oder die andere Substanz an Volumen verloren hat, und diese Substanz, welche hierin verändert wurde, ist die Kohle. Aehnliche Erscheinungen erhält man, wenn man ein Gemisch von Salpeter, Schwefel und Kohle mit Wasser anfeuchtet, trocknet, und dann wieder pulverisirt, der Satz wird dadurch bedeutend rascher, als er zuvor war; hier wird nämlich ein Theil des Salpeters aufgelöst, welcher dann in die mit Luft gefüllten Räume der Kohle eindringt, die Luft austreibt und sich an deren Stelle setzt, wobei die Berührungsflächen des Salpeters mit der Kohle vermehrt und die chemische Thätigkeit beschleuniget wird. Man denke sich die Partikeln, aus denen ein solcher Satz bestehet, im Grossen, z. B. jedes Partikel der einzelnen Substanz, Salpeter, Schwefel, Kohle, eine Kubiklinie gross und es läge von jeder ein Partikel so neben den andern, dass jedes Partikel die andern mit einer gleichen Fläche einer seiner Seiten berühre, so wird die für ihre chemische Thätigkeit nöthige Zeitdauer nach Maassgabe der Grösse ihrer Berührungsflächen eine bestimmte sein; nun denke man sich jedes dieser drei Partikeln nochmals in drei Theile zerkleinert und dann mit einander und untereinander gemischt zu einem Kubus vereiniget, und aus diesem Kubus dann wieder drei Kubi, jeden eine Kubiklinie gross geformt, so wird jeder dieser Kubi nicht mehr aus einer einzigen Substanz, Salpeter oder Schwefel, oder Kohle, sondern jeder aus allen dreien dieser Substanzen bestehen und daher auch jeder ein selbstständiges chemisch thätiges Ganzes bilden; angenommen nun, die chemische Thätigkeit oder, was hier eins ist, die Verbrennung der drei Substanzen bedürfe im erstern Zustande *eine* Minute Zeit, so wird*) jeder einzelne Kubus im zweiten Zustande für seine chemische Thätigkeit nur eine ein drittel Minute bedürfen, und bei gleichzeitiger Entzündung die Zeit der chemischen Thätigkeit aller drei Kubi zusammen auch nur eine ein drittel Minute betragen. Es versteht sich von selbst, dass das so eben hier Gesagte nur ein erläuterndes theoretisches Bild sein soll, zur Erklärung der Erscheinungen, welche die Sätze bei grösserer oder minderer Zerkleinerung ihrer einzelnen Bestandtheile und grösserer oder minderer Dichtigkeit der Masse in der Praxis im allgemeinen liefern, und welche wir nun hier noch näher betrachten wollen.

Je feiner die Materialien eines Satzes pulverisirt sind, *bei gleicher Dichtigkeit der Masse,* desto grösser wird seine Verbrennungsgeschwindigkeit.

Wird Mehlpulver gemischt mit einer leicht brennbaren aber nicht schmelzbaren Substanz, z. B. mit Kohle, Holzspänen etc. etc., so steigt die Verbrennungsgeschwindigkeit mit der feinern mechanischen Zerkleinerung der

*) Bei der nöthigen Temperatur.

brennbaren Substanz so wie mit der grössern Comprimirung der Masse. Ist dagegen die brennbare Substanz leicht schmelzbar, z. B. Harz, Fett etc. etc., so wird unter gleichen Umständen die Verbrennung langsamer, weil die schmelzbaren Partikeln in mehr zerkleinertem Zustande schneller schmelzen und daher auch die Zwischenräume in der Masse schneller ausfüllen, wodurch die chemische Thätigkeit des Mehlpulvers mehr geschwächt wird, als wenn die schmelzbare Substanz gröber gepulvert ist, in welchem Zustande sie durch das Feuer des Satzes eher herausgeworfen wird, bevor sie vollkommen schmelzen kann; ebenso auch bei grösserer Dichtigkeit der Masse, weil dann die Zwischenräume kleiner sind, und daher von der schmelzenden Substanz schneller ausgefüllt werden können.

Wird Mehlpulver gemengt mit einer unverbrennlichen Substanz, so wird die Verbrennung bei grösserer Comprimirung *langsamer,* weil durch die unverbrennliche Substanz die Zwischenräume in der Masse, durch die sich die Verbrennung fortzupflanzen hat, dichter ausgefüllt werden, je kleiner die Zwischenräume sind. Die heftige und rasche Wirkung des *gekörnten* Schiesspulvers beruhet, wie man aus obigem leicht erkennen wird, hauptsächlich eben darauf, dass es gekörnt ist; es verbrennt jedes einzelne Körnchen eigentlich für sich allein und die Verbrennung pflanzt sich von dem einen zu dem andern durch die Zwischenräume fort, welche die neben einander liegenden Körnchen zwischen einander lassen; auch bei der stärksten Comprimirung des Kornpulvers werden diese Zwischenräume nie ganz aufgehoben.

Bei den Flammenfeuersätzen treten diese Unterschiede der Verbrennungsgeschwindigkeiten bei verschiedener Dichtigkeit der Masse sehr oft verändert und nie so merklich hervor, als wie bei den Funken-Feuersätzen, weil einestheils die Flammenfeuersätze durchgängig weit fauler als die Funkenfeuersätze sind, anderntheils die grosse Verschiedenartigkeit ihrer Zusammensetzung sehr verschiedene chemische Thätigkeiten hervorbringt. Durch grössere Dichtigkeit werden die meisten Flammenfeuersätze *fauler,* und dies um so mehr, je feiner ihre Bestandtheile pulverisirt sind, wenn sie, wie es meist der Fall ist, nur Substanzen enthalten, die durch Comprimirung ihre Volumen nicht verändern. Das nähere Zusammenliegen der einzelnen Partikeln ihrer Bestandtheile bei grösserer Dichtigkeit vermehrt hier im Allgemeinen nicht ihre Verbrennungsgeschwindigkeit, wie sich nach Obigem erwarten liesse, weil bei diesen Sätzen überhaupt nur eine sehr geringe Gasentwickelung*) stattfindet, und es pflanzt sich daher auch die zur Verbrennung nöthige Temperatur bei grösserer Dichtigkeit schwerer durch die Masse fort als bei einem loseren Zusammenliegen, wobei, im letztern Falle, durch die schnellere Fortpflanzung der Temperatur, mittelst der vorhandenen grössern Zwischenräume, die Ver-

*) Im Vergleich mit der der Funkenfeuersätze.

brennung im grössern Maasse begünstiget wird, als durch das Näherzusammenliegen der Substanzen bei dadurch mehr verminderten Zwischenräumen.

Durch einen Zusatz von *Kohle* werden die Flammenfeuersätze, wie schon oben bemerkt wurde, rascher, theils, vermöge der grossen Affinität des Kohlenstoffes zum Sauerstoff und dadurch beschleunigter Zerlegung des Sauerstofflieferers, theils darum, weil die Entwickelung des dadurch entstehenden kohlensauren Gases, vermöge der grossen Expansions-Fähigkeit desselben, die Temperatur in die Zwischenräume der Masse hineinzwängt und dadurch die Verbrennung beschleuniget.

Die mannigfachen Veränderungen, welche unter verschiedenen Umständen der Verbrennung die Sätze hinsichtlich ihrer Raschheit erleiden, wird der Leser da noch näher kennen lernen, wo ihre verschiedenartige Anwendung gezeigt wird, hier konnte zuvörderst nur ein allgemeiner Begriff darüber gegeben werden.

Vom Maass und Gewicht der Feuerwerkstücke.

§. 56. Um Irrungen zu vermeiden, ist es nothwendig, zu bemerken, dass ich in dieser Schrift, wo von Fuss, Zoll und Linien die Rede ist, das *preussische* oder *rheinländische Duodecimal-Fussmaass,* und da, wo Gewichtsverhältnisse angegeben sind, das *preussische Pfund* zu 32 Loth, das Loth zu 4 Quentchen, das Quentchen zu 60 Gran, angenommen habe.

Die einfachen Feuerwerkstücke bestehen grösstentheils aus papiernen Röhren, die mit den Sätzen geladen werden. Für die Form und die einzelnen Theile dieser Röhren haben sich gewisse bestimmte Verhältnisse festgesetzt, die durch die Erfahrung als die zweckmässigsten erkannt worden sind. Der *innere* Durchmesser dieser Röhren ist nach dem Geschmack und Willen des Feuerwerkers von einigen Linien an bis zu mehreren Zollen steigend veränderlich, aber die einzelnen Theile der Röhren, ihre Stärke und Länge u. s. w. bleiben für die Feuerwerkstücke einer Art immer in gleichem Verhältnisse mit dem inneren Durchmesser der Röhre, welches Maass dieser auch immer haben mag; es ist daher der Bequemlichkeit wegen in der Feuerwerkerei Brauch geworden, diese Röhren nach der Grösse ihres *inneren* Durchmessers zu benennen, und ihn als Einheit des Maasses für die einzelnen Theile und die Verhältnisse der Röhre selbst anzunehmen. Der innere Durch-

messer der Röhren wird *Kaliber* genannt, und man sagt z. B., diese Röhre ist von zwölf Linien Kaliber, zehn Kaliber lang und sechs Kaliber hoch geladen; dies will sagen: der innere Durchmesser ist zwölf Linien im Durchschnitt, die Röhre ist zehnmal zwölf Linien oder zehn Zoll lang, und sechsmal zwölf Linien oder sechs Zoll hoch mit Satz angefüllt u. s. w.

Die Feuerwerker nehmen im Allgemeinen nicht den inneren Durchmesser der Röhre, sondern den *äussern* Durchmesser der Röhre als Kaliber an; da aber der äussere Durchmesser veränderlich ist, und überdem, wie man weiter unten sehen wird, erst durch den inneren Durchmesser bestimmt werden kann, so glaube ich richtiger zu verfahren, wie ich es gethan habe, nämlich den *inneren* Durchmesser als Kaliber anzunehmen.

Obschon man die Anfertigung der Feuerwerkstücke lehren kann, ohne irgend einen bestimmten Kaliber anzugeben, weil die Theile derselben mit wenigen Abänderungen gegen einander in ein und demselben Verhältniss bleiben, von welcher Grösse man auch immer die Feuerwerkstücke anfertige, so halte ich es doch für weit zweckmässiger, bei der Beschreibung der Feuerwerkstücke *einige* bestimmte Kaliber durchgängig anzunehmen. Die Beschreibung gewinnt dadurch an Deutlichkeit, und die Anfertigung der Feuerwerkstücke selbst wird dem Dilettanten bequemer, weil ihm dadurch viele Proben erspart werden; denn es lassen sich dann die Mischungsverhältnisse der Sätze, die nicht alle für alle Kaliber gleich sind, weit genauer und sicherer angeben.

Ich habe in diesem Werkchen zur Beschreibung der Feuerwerkstücke *vier* verschiedene Kaliber im Allgemeinen angenommen, nämlich:

1) den Kaliber von 4 Linien inneren Durchmesser,
2) - - - 6 - - -
3) - - - 8 - - -
4) - - - 12 - - -

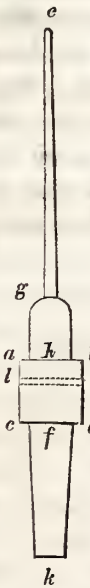
Diese vier verschiedenen Kaliber sind vollkommen hinreichend für jedes Feuerwerk, um der hierin zu verlangenden Mannigfaltigkeit zu genügen. Grössere und kleinere Kaliber, die wohl hie und da vorkommen, bedürfen keiner näheren Beschreibung, da die Art ihrer Anwendung von der der obigen nicht abweicht.

Die Zahlen, mit denen die Mischungsverhältnisse der Materialen der Sätze bestimmt sind, hat der Leser als *Gewichtstheile* anzusehen, die man als Pfunde, Lothe, Quentchen oder Grane betrachten kann.

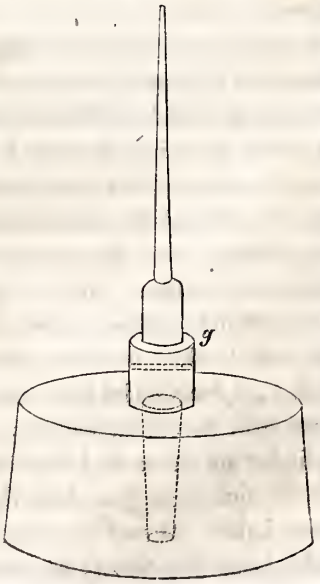
Von den Werkzeugen.

§. 57. Es ist bereits bemerkt worden, dass die Feuerwerkstücke grösstentheils aus einer mit brennbaren Materialien gefüllten papiernen Röhre bestehen, und dass diese Röhre mit ihren Theilen nach einem gewissen bestimmten Maasse gemacht werden muss. Um diese papiernen Röhren zu erzeugen und zu füllen, sind einige besondere Werkzeuge nöthig, die man genau so anfertigen lassen muss, wie ich sie hier nachstehend beschreibe.

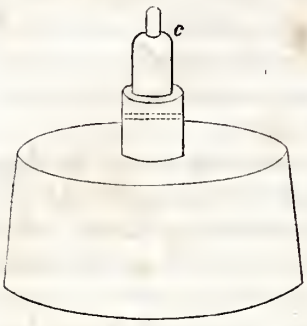
Man lasse von hartem Holze einen runden Stab drehen mit einem Griff. Dieser Stab ist *ein* Kaliber dick, und dient dazu, um das Papier zu einer Röhre darüber zu rollen; er heisst daher der *Winder* und hat eine beliebige Länge, die jedoch der darüber zu verfertigenden Röhre mindestens gleich sein muss. Ferner lasse man eine runde Spindel drehen von Stahl, so glatt als möglich, und in dem Verhältniss ihrer Theile genau so, wie ich sie hier beschreiben werde.



Der Theil *a, b, c, d* ist ein Cylinder von ein und zweidrittheil Kaliber Durchmesser, und ein und ein halb Kaliber hoch. Auf diesem sitzt der kleinere Cylinder *h*, — er ist ebenfalls ein und ein halb Kaliber hoch, hat aber nur *einen* Kaliber im Durchmesser. Dieser Cylinder oder Zapfen ist oben kugelförmig abgerundet und trägt den langen *Dorn e, g*. Dieser Dorn ist oben an der Spitze bei *e* ein Fünftheil Kaliber, und unten bei *g* zwei Fünftheil Kaliber dick, und von *e* bis *g* sechs und ein halb Kaliber lang. An der untern Seite des Cylinders *a, b, c, d* sitzt ein runder Zapfen *f, k*, — der bei *k* sich etwas verjüngt, vier Kaliber lang und so dick, als der obere Zapfen *h* sein kann. Queer durch den Cylinder *a, b, c, d*, einen Kaliber von seinem untern Ende aufwärts, ist ein Loch durch und durch gebohrt bei *l*. Diese Spindel, welche mit allen ihren Theilen aus einem Stück gedreht sein muss, wird in die Mitte eines runden hölzernen Klötzchens



von beliebiger Grösse fest eingesetzt, das gerade so hoch ist, als der Theil *f, k* der Spindel. Dies Klötzchen dient dazu, die Spindel senkrecht und feststehend zu erhalten. Es ist nicht nothwendig, diese Spindel zu härten; ich halte es für besser, sie ungehärtet zu lassen, weil sie durch das Härten leicht krumm laufen könnte.

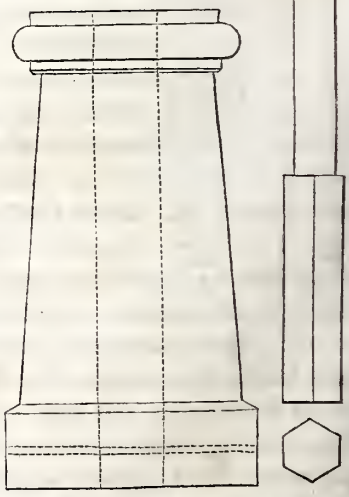


Ferner bedarf man einer zweiten, der ersten ganz gleichen Spindel, der jedoch der *Dorn e, g* fehlt, und die dagegen das kleine Zäpfchen *c* trägt. Dies Zäpfchen ist ein Dritttheil Kaliber dick und zwei Dritttheil Kaliber hoch.

Diese Spindel wird ebenfalls, wie die Figur zeigt, in ein Klötzchen eingesetzt. Jedes Klötzchen mit seiner Spindel heisst der *Untersatz mit* oder *ohne Dorn.*

Ferner lasse man zwei messingene Stäbchen drehen, jedes so lang wie der *Winder,* aber ein wenig dünner als derselbe; in das eine dieser Stäbchen wird genau in die Mitte nach seiner Länge hin ein Loch, sieben Kaliber tief und zwei Fünftheil Kaliber weit gebohrt. Diese Stäbchen dienen dazu, die Sätze in den Hülsen fest zu stampfen. Das Stäbchen ohne Loch heisst der *massive Setzer,* das Stäbchen mit dem Loche der *hohle Setzer.* Dieses Loch in dem Setzer ist dazu bestimmt, den Dorn auf den Untersatz bis an den Zapfen bei *g* aufzunehmen.

Endlich braucht man noch einen runden hölzernen Cylinder, etwa sechs Kaliber im Durchmesser und zwölf Kaliber hoch; dieser Cylinder ist seiner ganzen Länge nach in der Mitte durchbohrt, und dieses Loch ist reichlich ein und zweidritttheil Kaliber weit. Ein Kaliber von der untern Fläche des Cylinders entfernt, bei *a* ist ein Loch durchgebohrt; dieses Loch korrespondirt mit dem Loche, welches durch den Theil *a, b, c, d* der Spindel geht, und dient dazu, einen Stift durchzustecken, wenn man den Cylinder auf einen der Untersätze stellt, damit er sich nicht von dem Untersatze abheben kann. Dieser hier beschriebene Cylinder heisst der *Stock;* er wird dazu gebraucht, um die papierne Röhre beim



Füllen derselben hinein zu stellen, damit sie sich während des Füllens nicht biege. Die äussere Form dieses Cylinders kann man nach Belieben bestimmen. Das Loch bei *a*, welches den Stock mittelst Durchsteckung eines Stiftes mit der Spindel verbindet, muss genau so gebohrt sein, dass sich die untere Fläche des Stockes vollkommen dicht auf die obere Fläche des Klötzchens aufsetzt, damit die Spindel mit ihrem Dorn möglichst vertikal und parallel mit dem Stock stehe.

Welche Kaliber man auch immer anwende, so bleiben die Verhältnisse der einzelnen Theile dieser Werkzeuge sich stets gleich. Bei den Kalibern über acht Linien kann man die Setzer ebenfalls von Holz machen lassen, weil sie von Messing zu schwer sein würden; auch kann bei grösseren Kalibern der Stock etwas niedriger sein, weil man bei grösseren Kalibern die papiernen Röhren in der Regel verhältnissmässig etwas kürzer macht. Es ist gut, wenn man für jeden anzuwendenden Kaliber mehrere Winder und Setzer von verschiedener Länge hat; viele Arbeiten werden dadurch bequemer. Für die Kaliber über sechs Linien giebt man auch den Setzern einen Griff, damit sie sich fester anfassen lassen, und lässt den Griff nicht rund, sondern der Länge nach, acht oder zwölfkantig abstossen; bei kleineren Kalibern bis zu sechs Linien ist es bequemer, die *hohlen* Setzer ohne Griffe zu lassen, weil man diese Setzer dann durch Umdrehen in der Hand bald als hohle, bald als massive Setzer gebrauchen kann, und so nicht nöthig hat, mit den Setzern zu wechseln. Wer die Kosten nicht scheuen will, wird ferner gut thun, auch die Winder, die nicht über acht Linien stark sind, von Messing machen zu lassen; da die kleineren Kaliber öfterer gebraucht werden, als die grösseren, so nutzen sich diese Winder sehr schnell ab, und werden bald dünner, wenn sie von Holz sind. Die Winder grösserer Kaliber würden von Messing zu schwer sein; will man bei diesen das Abnutzen ebenfalls vermeiden, so lasse man sie von Blattmessing hohl zusammen löthen, abdrehen, und die Röhre mit Holz ausfüllen. Es sind dies meist unwesentliche Nebensachen und Abänderungen, die der Feuerwerker nach seiner Bequemlichkeit und Ansicht einrichten kann. Die hölzernen Winder müssen durchaus von ganz trocknem alten Holze gemacht sein, sonst werfen sie sich, werden unrund und nach kurzer Zeit merklich dünner. Das Weissbuchenholz ist für die hölzernen Werkzeuge am passendsten, weil es dicht und hart ist, und sich sehr glatt drehen lässt.

Für die meisten Feuerwerkstücke von der in dieser Schrift angenommenen vier verschiedenen Kaliber-Stärken sind die Längenverhältnisse der Winder und Setzer, und die Anzahl der letztern nach meiner Ansicht, wie nachstehend verzeichnet, am bequemsten für die Arbeit einzurichten:

Für den Kaliber von vier Linien.

Der Winder **7** Zoll lang; ein *Setzer,* massiv oder hohl, **5** Zoll lang.

Für den Kaliber von sechs Linien.

Der Winder 10 Zoll lang; zwei *hohle Setzer* von 7 und 4 Zoll, zwei *massive Setzer* von 7 und 3 Zoll Länge.

Für den Kaliber von acht Linien.

Der *Winder* 12 Zoll lang; zwei *hohle Setzer* von 9 und 5 Zoll, drei *massive Setzer* von 9 — 5 und 3 Zoll Länge.

Für den Kaliber von zwölf Linien.

Der Winder 15 Zoll lang; zwei *hohle Setzer* von 10 und 6 Zoll, drei *massive Setzer* von 10 — 6 und 4 Zoll Länge.

Das Maass dieser hier angegebenen Länge ist ohne den Griff zu verstehen.

Für die Lichtchen (siehe §. 80.) braucht man zuweilen dünnere; für die Stopinenröhrchen (siehe §. 64.) dünnere und längere Winder; für die römischen Lichter (siehe §. 126.) längere Winder und Setzer; die man sich nach Bedürfniss von Holz oder Messing anfertigen lassen muss, und die weiter keiner Beschreibung bedürfen, da sie im Wesentlichen von den oben beschriebenen nicht abweichen.

Ausser diesen Werkzeugen werden zwar noch eine Menge anderer gebraucht, deren Beschreibung hieher gehörte; theils sind sie aber so gewöhnliche Utensilien, als Tische, Schachteln, Mörser, Siebe, Messer, Scheeren, Schlägel, Lineal u. s. w., die sich jeder Feuerwerker nach eignem Gefallen anschaffen kann, und die bei der Beschreibung der Feuerwerkstücke selbst so oft erwähnt werden müssen, dass ihre Aufzählung überflüssig ist; theils sind es Werkzeuge, die nur zu einem oder dem andern Feuerwerkstück besonders gebraucht werden, und diese gebe ich bei dem betreffenden Feuerwerkstück besonders an, weil es mir für den Feuerwerkverfertiger bequemer scheint, die Beschreibung dieser Werkzeuge da zu finden, wo die Anwendung derselben gezeigt wird.

Was die Siebe anbetrifft, so bedarf man deren mindestens drei von verschiedener Stärke: ein ganz feines, ein sogenanntes Pulversieb der Apotheker; ein etwas gröberes, dessen Maschen die Weite des Flores haben, und ein noch etwas gröberes. Durch das erste wird alles gesiebt, was möglichst fein gepulvert sein muss; das zweite dient zum Durchsieben der *groben* Kohle und aller der Materialien, die nicht allzufein gekleint sein dürfen; das gröbste braucht man hauptsächlich zum Mischen der Sätze. Die beiden feinern Siebe sind von Pferdehaaren gefertigt, das gröbste kann von Messingdraht gemacht sein.

Von den Hülsen.

§. 58. Die brennbaren Mischungen, die Sätze, welche das Feuer eines Feuerwerkstückes bilden, werden fast sämmtlich, mit wenigen Ausnahmen, in papiernen Röhren eingeschlossen. Diese Röhren, zu deren Anfertigung und Füllung im vorhergehenden Paragraphen die Werkzeuge beschrieben wurden, nennt man *Hülsen*.

Diese Hülsen sind zweierlei Art:

a) *Erste Art. Hülsen, die das Feuer des Satzes nur an einer oder mehreren bestimmten Oeffnungen herauslassen, und während des Brennens des Satzes ihre Form behalten.*

b) *Zweite Art. Hülsen, welche während des Brennens des Satzesvon der Flamme selbst nach und nach verzehrt, oder von der Gewalt des Satzes zerrissen werden müssen.*

Die Hülsen erster Art dienen für alle Feuerwerkstücke, welche durch einen heftig brennenden Funkenfeuersatz gebildet sind; sie verhindern das allzuschnelle Verbrennen des Satzes, und lassen das Feuer nur aus einer oder einigen bestimmten Oeffnungen ausströmen, wodurch die Form, welche das Feuer bilden soll, bedingt wird; diese Hülsen müssen daher hinsichtlich ihrer Masse so dick, stark sein, dass sie der Gewalt des brennenden Satzes widerstehen, und nicht von ihr zerrissen werden. Die Erfahrung hat gelehrt, dass die Dicke dieser Hülsen erster Art für alle Sätze hinreichend stark ist, wenn die Wand der Hülse *ein Drittel* des *inneren* Kalibers der Hülse beträgt; für viele Sätze, namentlich die faulern, würde auch eine *ein Sechstel* Kaliber dicke Hülse ausreichen; da es aber für das Auge ganz gleich ist, welche Dicke die Hülse hat, und es zu unbequem sein würde, die Dicke der Hülse nur immer gerade so stark zu machen, wie sie jeder besondere Satz mindestens bedarf, so macht man in der Regel die Hülsen erster Art sämmtlich ein Drittel inneren Kalibers dick, ohne Rücksicht auf den Satz, welchen sie einschliessen sollen; und diese Dicke der Hülsen erster Art ist daher für alle Kaliber, mit wenigen Ausnahmen, die nur in besonderen Fällen vorkommen, als feststehend angenommen worden.

Bei den zussammengesetzten Feuerwerkstücken, deren Beschreibung der dritte Abschnitt dieser Schrift enthält, kommen zuweilen Fälle vor, wo es zweckmässig ist, die Dicke der Hülsen möglichst zu verringern, theils um Raum zu sparen, theils nm die Feuerwerkkörper möglichst leicht zu machen.

Die Hülsen zweiter Art dienen theils dazu, um Feuerleitungen vor der unzeitigen Entzündung oder vor Beschädigung zu schützen, theils um die Sätze der Flammenfeuer einzuschliessen; sie werden von verschiedener Dicke, doch immer viel dünner, als die Hülsen erster Art gemacht, wie gerade das Be-

dürfniss es erfordert; ihre Dicke hat daher kein bestimmtes Maass; man nennt sie im Allgemeinen *Lichterhülsen*.

§. 59. **Verfertigung der Hülsen erster Art.** Man nimmt starkes, gut geleimtes Papier, säubert es von allen harten, ungleichen Rändern, und zerschneidet es in so breite Streifen, als die zu fertigenden Hülsen lang werden sollen; dann legt man einen dieser Streifen auf eine glatte hölzerne Tafel vor sich hin, und queer auf den Streifen den für die Hülse bestimmten Winder, so dass das eine Ende des Papierstreifens so breit hinter der auf sich selbst zugekehrten Seite des Winders vorragt, als ungefähr ein Umfang des Winders beträgt; biegt dann dies Ende des Papierstreifens von sich ab über den Winder weg, und dreht dann den Winder mit der rechten Hand, von der Linken zur Rechten herum, indem man mit der linken Hand auf das sich so auf den Winder aufrollende Papier mit möglichster Kraft aufdrückt. Ist der erste Papierstreifen aufgerollt, so nimmt man einen zweiten, rollt ihn ebenfalls, wie den ersten, auf den bereits aufgerollten, indem man den Anfang dieses zweiten Streifens in den letzten Umgang des ersten hineinschiebt, und fährt so fort, bis die entstandene Hülse die verlangte Dicke erreicht hat.

Das Ende des zuletzt aufgerollten Papierstreifens bestreicht man einen Zoll breit mit Mehlkleister, damit sich das aufgewickelte Papier nicht wieder aufrolle, dann zieht man den Winder aus der gebildeten Röhre heraus. Ist eine beliebige Anzahl solcher Hülsen gefertigt, so werden sie an einem Ende auf folgende Art und Weise zusammengeschnürt:

Man nehme eine hanfene Schnur oder Darmsaite, für die Hülsen von vier Linien Kaliber von der Stärke einer Violoncell G-Saite, für dickere Hülsen nach Verhältniss stärker, befestige diese an einen starken Haken, der an der Wand möglichst fest in der Höhe von etwa vier Fuss, von der Ebene an gerechnet, wo man stehet, angebracht ist; lasse die Schnur etwa vier Fuss lang, bestreiche sie mit Seife und binde an das andere Ende derselben ein rundes Holz von etwa zwei Fuss Länge. Dies Holz steckt man zwischen die Schenkel so, als wolle man auf der Schnur reiten; biegt man nun den Körper nach hinten, so wird die Schnur angezogen; nun nimmt man eine der gefertigten Hülsen in die linke Hand, ergreift mit der rechten Hand die Schnur in der Mitte, indem man sie durch Beugung des Körpers nach vorn etwas schlaffer lässt, wickelt sie einmal herum um die Hülse, *einen Kaliber von einem ihrer Enden* ab, so dass, wäre die Hülse z. B. zwölf Kaliber lang, die Schnur zu Ende des ersten, oder Anfang des zwölften Kalibers ihrer Länge zu liegen käme; dann zieht man die Schnur mittelst des Körpers fest an; während man die Hülse hin und her dreht, so wird die Hülse da, wo die Schnur liegt, zusammengeschnürt; ist dies geschehen, so hüllt man die Schnur ab, und macht da, wo die Hülse zusammengeschnürt ist, einen Bund von gutem Bindfaden darum. Dies Zusammenschnüren der Hülsen nennt

man *Würgen*. Man wird in der Regel nicht im Stande sein, die Hülse ganz zuzuschnüren; es hat dies aber nichts zu sagen, ja es muss sogar ein kleines Loch noch übrig bleiben, dessen Weite jedoch nie den vierten Theil des inneren Kalibers überschreiten darf.

Das Würgen der Hülsen ist vielen Feuerwerkern eine lästige, beschwerliche Arbeit, die man indess sehr erleichtern kann, wenn man sich die Mühe nimmt, während des Aufrollens der Papierstreifen diese auf der Stelle, welche dann zusammengewürgt wird, ein wenig mit Kleister zu bestreichen, wodurch das Papier feucht und daher etwas weich wird. Auch ist es zweckmässig, für den innersten Papierstreifen, der zuerst auf den Winder aufgerollt wird, recht starkes, als Noten- oder Actendeckelpapier, zu gebrauchen. Zu den Hülsen von zwölf Linien und noch grösseren Kalibern nimmt man für die inneren Windungen schwachen Pappendeckel, wie es überhaupt bequemer und besser ist, sich für alle diese Hülsen erster Art lieber eines recht guten, starken Notenpapiers zu bedienen, als schwaches Papier anzuwenden. Zur Ersparung der Kosten gebraucht man gewöhnlich in der Feuerwerkerei kein neues, sondern beschriebenes Makulaturpapier, wobei man jedoch besonders darauf zu sehen hat, dass das Makulaturpapier nicht zu alt und dadurch morsch geworden sei; ein durch das Alter mürbe gewordenes Papier ist durchaus unbrauchbar.

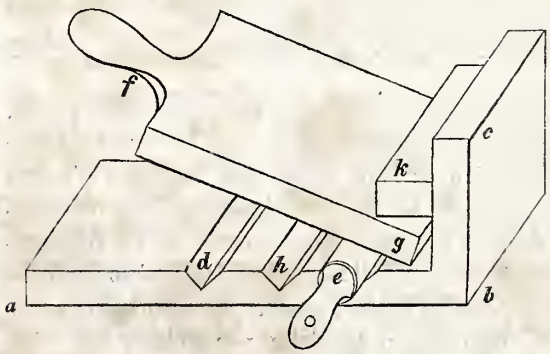
Anstatt die Hülsen mit einer Schnur zu würgen, bedienen sich manche Feuerwerker für diese Arbeit einer eisernen Zange, mit welcher sie die Hülse da, wo sie gewürgt werden soll, zusammenkneipen; mir gefällt aber diese Manier nicht, die Arbeit wird sehr unsauber, und die äussere Papierwindung in der Regel zerrissen.

Da die Papierbogen oft an einer Seite etwas dicker als an der andern sind, so giebt diese Ungleichheit sehr oft Veranlassung dazu, dass der aufzurollende Papierstreifen sich schief aufrollt, d. h. er läuft auf das eine Ende des Winders mehr als auf das andere Ende zu; diesem bei der Anfertigung der Hülsen oft vorkommenden Fehler kann man dadurch begegnen, dass man die für die Hülse erforderlichen Papierstreifen nicht über zehn Zoll lang schneidet, und so die Hülse nicht aus einem einzelnen langen Streifen Papier, sondern aus mehreren kurzen Streifen Papier anfertigt, oder, man legt an der Seite, von welcher sich während des Aufrollens der Papierstreifen mehr entfernen will, ein anderes schmales Papierstreifchen besonders ein, um an beiden Enden der Hülse immer ganz gleiche Dicke der Hülse zu erhalten, wodurch das Schieflaufen des Papiers vermieden wird. Bei den kleineren Hülsen von vier Linien Kaliber und darunter würde es zu mühsam sein, erst mit einem Streifen dickeren Papiers, was sich überdem nicht bequem so dünn aufrollt, einen Anfang zu machen; man überschlägt daher lieber zu Anfange das Papier, so dass die ersten Umgänge doppelt gehen.

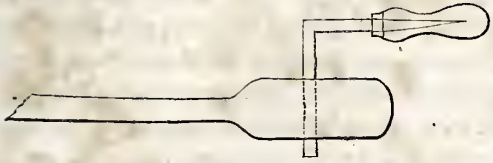
Das Aufrollen des Papiers oder Pappendeckels auf den Winder ist bei den grösseren Kalibern über acht Linien eine Arbeit, die viel Kraft und Mühe erfordert, wenn die Hülsen dicht und gut werden sollen. Um diese Arbeit zu erleichtern, hat man verschiedene Vorrichtungen in Anwendung gebracht, von denen die nachstehend beschriebenen zwei am einfachsten und recht zweckmässig sind.

Man lässt ein Brett von hartem Holze anfertigen, etwas breiter als die zu fertigenden Hülsen lang sind, einen Zoll dick und etwa zwanzig Zoll lang.

Dieses Brett hat oben an dem einen Ende einen Griff, in der Art wie die Reibebretter der Maurer. Ist nun das Papier bis zur angegebenen Stärke der Hülse auf den Winder aufgerollt, so drückt man mit diesem Brett fest auf die Hülse, und rollt die Hülse mittelst desselben auf der Tafel mehrmalen hin, indem man die Bewegung des Hobelns macht, wobei man aber nur immer vorwärts, nicht rückwärts fahren muss, sonst rollt man die Hülse immer wieder um so viel auf, wie die erste Bewegung sie zusammengerollt hat. Durch diese Operation winden sich die einzelnen Papierwindungen der Hülse vollkommen dicht auf einander auf. Eine ähnliche, für grosse Kaliber sehr zweckmässige Vorrichtung ist folgende:

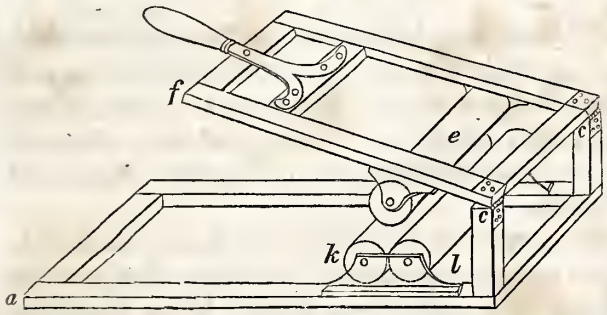


Ein starkes Brett von hartem Holze, *a, b,* von beliebiger Länge und Breite, wird mit einer Hinterwand *b, c* versehen, und erhält auf seiner Fläche queerdurch vier oder fünf kantige Rinnen, *d, h;* in eine dieser Rinnen, hier bei *e,* wird die fürs erste mit der Hand auf den Winder aufgerollte Hülse mit dem Winder gelegt, so dass der Griff des Winders vor der Kante des Brettes vorsteht. Auf die Hülse wird ferner ein anderes glattes starkes Brett *f, g* gelegt, welches so breit als die Hülse lang ist, und welches bei *f* einen Griff hat. Wenn man nun das Brett *f, g* bei *f* mit der Hand herabdrückt, so stützt es sich mit dem Ende *g* an eine in die Hinterwand eingeschobene Leiste *k* an, und es entsteht auf die Hülse *e* ein starker Druck. Während des Druckes wird die Hülse *e* mittelst des in ihr steckenden Winders herumgedreht, wodurch sich das Papier vollkommen fest aufrollt. Da



das Herumdrehen des Winders viel Kraft erfordert, so bohrt man ein Loch queer durch den Griff desselben und steckt einen starken eisernen Stab oder eine eiserne Kurbel hindurch.

Bei Hülsen von grossem Durchmesser ist die Reibung des Papiers in den Rinnen dieser Vorrichtung so gross, dass die Drehung des Winders mit der aufgerollten Hülse sehr beschwerlich wird; man hat daher dieser Vorrichtung noch eine andere ganz zweckmässige Einrichtung, wie folgt, gegeben. Anstatt der kantigen Rinne, worinnen die Hülse liegt, werden zwei glatte Walzen in einem Rahmen von hartem Holze neben einander so eingelegt, dass ihre langen Seitenflächen die Rinne bilden; diese Walzen bewegen sich mittelst eiserner Zapfen um ihre Achsen. Das obere Brett, welches den Druck auszuüben hat, bestehet ebenfalls aus einem Rahmen und trägt unterwärts eine eben dergleichen bewegliche Walze, welche so eingelegt ist, dass, wenn man den Rahmen *f, g* von *f* nach *a* herabdrückt, die Walze *e* zwischen die Walzen *k, l* zu liegen kommt. In die Rinne, welche die Walzen *k, l* bilden, wird nun der Winder mit der Hülse gelegt und mit derselben um seine Axe gedrehet, während man den Rahmen *f, g* von *f* nach *a* herabdrückt, wobei alle Reibung des Papiers an denen es berührenden Walzenflächen vermieden ist, indem die Walzen sich mitdrehen. Der Rahmen *g, f* ist mittelst zweier starker Charniere bei *c* an den untern Rahmen beweglich befestiget. Die Feuerwerker nennen eine solche Vorrichtung zum Dichtmachen der Hülsen ein *Leierbrett.*



Während des Aufrollens der Papierstreifen auf den Winder kann man das Papier mit etwas Mehlkleister oder dickem Tischlerleim auch ausser der Stelle, wo die Hülse gewürgt wird, schwach bestreichen; die Hülsen werden dadurch sehr fest und hart, und in der Regel werden alle Hülsen erster Art so im Inneren geleimt oder gekleistert; man muss aber dann bereits die Fertigkeit besitzen, die Hülsen beim Aufrollen der Papierstreifen auf den Winder sogleich schon vollkommen dicht zu machen; denn sind die Papierwindungen bereits mit *Tischlerleim* geleimt, so nutzen die eben beschriebenen Vorrichtungen zum Dichtmachen der Hülsen nicht mehr viel, weil dann die Flächen des Papiers so fest schon an einander kleben, dass sie sich nicht mehr dichter schieben

lassen, als wie sie bereits auf einander aufliegen. Bei Anwendung der in Rede stehenden Vorrichtungen muss aus eben diesen Gründen das Ende des äussersten Papierstreifens auch dann erst mit Kleister bestrichen und angeleimt werden, wenn die Hülse bereits vollkommen dicht gemacht worden ist. Das Rollen und Würgen der Hülsen wird ebenfalls sehr erleichtert, wenn man das anzuwendende Papier einen Tag lang in den Keller legt, damit es etwas feucht und weich werde.

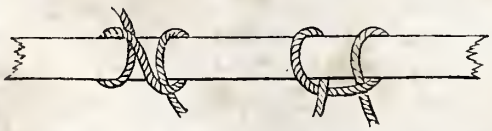
In der Regel nimmt man zum Leimen der Hülsen, der Wohlfeilheit wegen, Mehlkleister, ich gebe aber dem Tischlerleim den Vorzug. Der Mehlkleister enthält zu viel Wasser, das Papier wird davon zu weich, dehnt sich während des Aufrollens aus, und trocknet dann wieder zusammen, wodurch dergleichen Hülsen sich im Inneren stets etwas verengen, auch gern krumm laufen, wenn man sie nicht sehr langsam trocken werden lassen kann. Bei allen den Feuerwerkstücken, deren Hülsen eine starke, anhaltende Hitze mit äussern Druck zu ertragen haben, ist dagegen der Mehlkleister dem Leim vorzuziehen, weil der Leim von der Hitze weich wird, und dadurch die Hülse ihre Steifheit verliert.

Das Herausziehen des Winders aus der gefertigten Hülse hat auch oft Schwierigkeit, wenn das Papier sehr fest auf denselben aufgerollt ist; man erleichtert es dadurch, dass man den Winder nach vorn zu etwas dünner, konisch, machen lässt, dies darf jedoch nur höchst gering sein, sonst entstehet daraus wieder der schon oben erwähnte sehr unangenehme Uebelstand des Schiefaufrollens des Papiers.

Das Verfertigen der Hülsen, wenn sie gut werden sollen, ist eine Arbeit, welche viel Uebung erfordert und sich sehr schwer durch blosse Beschreibung lehren lässt, weil jeder Feuerwerker sich darin gewisse kleine Handgriffe und Vortheile zu eigen macht, die oft sehr zweckmässig sind, sich aber nicht beschreiben lassen und nicht für jedes Individuum passen.

Wer Gelegenheit dazu hat, der lasse sich diese Arbeit von einem Sachverständigen praktisch zeigen, was ihn am schnellsten und sichersten zum Ziele führen wird.

Ebenso bedienen sich die Feuerwerker eines besondern Knotens oder vielmehr Schlinge, mit der alles zu Bindende gebunden wird, welche bequem ist und den Bindfaden spart; dieser Knoten besteht aus zwei oder drei übereinander gelegten Schlingen; ich getraue mir aber nicht, die dazu nothwendigen Handgriffe durch Beschreibung fasslich darzustellen, und muss hier ebenfalls auf den praktischen Unterricht verweisen. Diese Schlinge wird um die gewürgte Stelle der Hülse gelegt, und so an einem Bindfaden eine



beliebige Menge Hülsen angereiht; zieht man dann das Ende des Bindfadens an, so ziehen sich alle Schlingen auf einmal fest zusammen. Um die Hülsen von einander zu trennen, wird dann zwischen jeder der Bindfaden zerschnitten. Sollte bei grösseren Kalibern eine Schlinge nicht genügend scheinen, so macht man deren zwei. Da, wo der Bindfaden sich durchkreuzt, giebt man ihm einen Tropfen warmen Leim, damit sich die Schlinge beim Laden der Hülse nicht aufziehe.

Ist eine beliebige Quantität Hülsen eines Kalibers gefertigt, gewürgt und gebunden, so lässt man sie an einem kühlen, schattigen Orte ziemlich ganz trocken werden, wenn man sie geleimt oder gekleistert hat, ziehet sämmtliche Schlingen des Bindfadens noch einmal fest zusammen und trennt dann die Hülsen von einander, wenn sie nicht jede einzeln für sich gebunden sind. Man steckt ferner die Hülse, eine nach der andern, mit ihrem gewürgten Ende nach unten gekehrt, auf den stählernen Dorn *so,* dass der Dorn *durch die gewürgte Stelle der Hülse* in den dahinter liegenden inneren Raum der Hülse eindringt, und schiebt dann den Stock von oben herab über die Hülse, damit sie ganz vertikal stehe. Es versteht sich von selbst, dass für jeden besonderen Kaliber der gefertigten Hülsen der für diesen Kaliber passende Dorn und Stock genommen werden muss. Ist die Hülse auf den Dorn gesteckt, so nehme man den *hohlen* Setzer, stecke ihn mit der Seite, wo das Loch in ihm ist, in das andere offene Ende der Hülse und sehe zu, dass der Dorn in das Loch des Setzers treffe; hat man sich dessen vergewissert, so schlägt man mit einem hölzernen Schlägel so lange schwach auf den Setzer, bis die Hülse auf dem kugelförmigen Zapfen des Dorns aufsitzt, und giebt dann noch ein Paar tüchtige Schläge, die aber nicht so stark sein müssen, dass davon der Bindfaden an der Hülse springt, was gar leicht geschieht. Das Zerspringen des Bindfadens wird begünstigt, wenn die Rundung des Zapfens sehr spitz ist, es ist daher gut, die abgerundete Fläche des Zapfens nicht vollkommen kugelförmig, sondern mehr platt machen zu lassen. Man nimmt den Setzer aus der Hülse und die Hülse vom Dorn, der untere Theil der Hülse wird nun die kugelförmige Form des Zapfens angenommen haben, und heisst der *Kopf* der Hülse. Von diesem Kopfe der Hülse führt jetzt ein Loch in das Innere des andern Theiles der Hülse; dieses Loch heisst die *Kehle* der Hülse.

Es sieht zwar besser aus, wenn der Bindfaden die durch das Würgen an der Hülse gebildete Rinne nicht ganz ausfüllt, und nicht allzu grob ist, aber es ist, wie man aus Obigem leicht begreifen wird, besser, etwas starken Bindfaden zu nehmen, und der Schlingen so viele zu machen, dass die gewürgte Stelle davon ziemlich ganz ausgefüllt wird. Ist diese Arbeit geschehen, so lässt man die Hülsen noch vollkommen austrocknen, und bewahrt sie an einem recht trocknen Orte zum weitern Gebrauch auf. Wenn man die Hülsen ganz trocken und hart werden lässt, ehe man sie auf den Dorn auftreibt, so wird

die Kehle und die innere Wand des Kopfes nicht mehr ganz eben, was zwar gerade nicht schadet, aber unsauber aussieht; doch dürfen im Gegentheil die Hülsen bei dieser Arbeit auch nicht mehr allzufeucht sein, sonst kann man sie beim Auftreiben auf den Dorn gänzlich verderben. Ebenso ist es nicht hübsch und auch nicht zweckmässig, wenn der Kopf der Hülse sehr lang, tief ist, und es dürfte *ein* Kaliber höchstens ungefähr wohl die zweckmässige Länge sein; allein der Kopf bildet sich nicht gut, wenn man die Schnur zum Würgen so nahe am Ende der Hülse anlegen muss, um einen kurzen Kopf zu erhalten; es ist daher besser, die Schnur etwas weiter vom Ende der Hülse weg*) anzulegen und hier zu würgen, dann aber den Kopf durch Abschneiden so weit zu verkürzen, als nöthig ist, nachdem man ihn zuvor, um ihm seine gehörige Form zu geben, auf den abgerundeten Zapfen der Spindel aufgetrieben hat; diesen Theil der Spindel, den abgerundeten Zapfen, den die Feuerwerker die *Eichel* nennen, lasse ich aus diesem Grunde auch etwas länger sein, als es sonst nothwendig wäre. Das Verkürzen des Kopfes durch Abschneiden geht am leichtesten und saubersten auf einer Drehbank.

Bei dem Anfertigen dieser Hülsen erster Art ist noch besonders darauf zu achten, dass sie alle eines Kalibers gleiche Dicke haben, und möglichst genau in den Stock passen. Da aber das Papier nie von ganz gleicher Dicke zu haben ist, so geben ein und dieselben Längen der Papierstreifen immer dickere und dünnere Hülsen, und man muss sich während des Aufrollens der Papierstreifen auf den Winder durch Einlegen einzelner kleiner oder Weglassen einzelner Streifen dabei zu helfen suchen. Sollte indess auch eine oder die andere Hülse um eine Papierdicke etwa zu dünn ausfallen, so darf man sie deshalb nicht verwerfen; eine solche kleine Abweichung kann nur beim Laden der Hülsen nachtheilig werden, wobei man sich indess, wie man weiter unten sehen wird, ebenfalls leicht helfen kann. Bei den kleineren Hülsen unter sechs Linien Kaliber, die man gewöhnlich nur aus einem oder zwei Papierstreifen fertigt, würde das genaue Abmessen ihrer Dicke zu beschwerlich und zu zeitraubend sein; und da es bei diesen kleinen Kalibern wenig zu sagen hat, ob die Hülse etwas dicker oder dünner sei, so lässt man sie so, wie die von gleicher Länge geschnittenen Papierstreifen sie geben, und hält sich einige Stöcke bereit, von denen immer einer etwas weiter als der andere gebohrt ist; man sortirt dann die Hülsen nach ihrer Dicke und bezeichnet sie, für welchen Stock sie am besten passen.

Diese Hülsen erster Art nennt man im Allgemeinen *Schwärmer* oder *Raketenhülsen.*

§. 60. **Verfertigung der Hülsen zweiter Art.** Diese unterscheidet sich von der Verfertigung der ersten Art blos dadurch, dass diese Hülsen nicht

*) Bis beinahe zwei Kaliber weit.

dicker an Papier gemacht werden, als hinreichend ist, um den Satz oder die in ihnen eingeschlossene Feuerleitung sicher festzuhalten, damit sie von dem brennenden Satze leicht verzehrt, oder da, wo es nöthig wird, von der Gewalt des Pulvers leicht zerstört werden können; man nimmt daher nur so viel Papier dazu, dass es über den Winder, worüber sie gerollt werden sollen, nicht mehr als zwei bis dreimal herumgeht. Das letzte Ende des Papierstreifens wird ebenfalls angekleistert, und die Hülse dann an einem Ende zugebunden. Da diese Hülsen so dünn sind, braucht man nicht die Schnur zum Würgen anzuwenden, sondern man zieht die Hülse zugleich mit der Schlinge des Bindfadens, der daran bleibt, zusammen. Man braucht auch diese Hülsen gar nicht zuzubinden, sondern an einem Ende nur wie eine Tüte mit den Fingern einzubiegen, und mit dem Nagel etwas einzukneipen; diese Art, die Hülse zuzumachen, geht weit geschwinder als das Zubinden, erfordert aber einige Uebung. Man braucht, wie man später sehen wird, eine Menge solcher Hülsen, die an beiden Enden offen bleiben müssen; diese werden natürlich gar nicht gebunden, noch zugebogen. Diese dünnen Hülsen laufen während des Trocknens gern etwas krumm; man muss sie daher so langsam als möglich trocken werden lassen.

Von dem Laden der Hülsen.

§. 61. Die Feuerwerksätze werden, um die Art ihrer Verbrennung zu bestimmen, grösstentheils in Hülsen eingeschlossen, d. h. es werden die brennbaren Mischungen in die Hülsen gefüllt, oder eingeladen; dies Laden geschieht mehr oder weniger *fest, dicht,* wie gerade das betreffende Feuerwerkstück es verlangt. Obschon dies mehr oder minder feste Laden im Allgemeinen als ein und dieselbe Arbeit zu betrachten ist, so macht man hierinnen jedoch zwei Hauptunterschiede, die sich auf die Verschiedenartigkeit der Mittel, deren man sich zum Laden bedient, beziehen. Wird der Satz in den Hülsen sehr fest comprimirt und dazu eine äussere Gewalt, gewöhnlich durch Schlag, erfordert, so nennt man dies Laden *Schlagen,* wird dagegen der Satz nur sanft an die Hülse zusammengedrückt und dabei keine Kraft mittelst Schlag angewendet, so nennt man es *Stopfen.*

§. 62. Bei dem grössten Theil der Feuerwerkkörper, bei denen der Satz in den Hülsen fest comprimirt, d. h. durch Schlagen zusammengedrückt wird, ist dem angezündeten Satze zur Ausströmung des entstehenden Feuers nur eine kleine Oeffnung durch die Kehle der Hülse gestattet; hiezu dienen, wie schon oben bemerkt, die Hülsen erster Art; das Laden derselben geschiehet wie folgt:

Man nimmt die Hülse, steckt sie, mit ihrem Kopfe nach unten gewandt, auf dem ihrem Kaliber zupassenden Untersatz *ohne* Dorn, und schiebt von oben den Stock darüber, den man mittelst Durchsteckung eines Stiftes durch das Queerloch des Stockes und das korrespondirende Loch am ersten Zapfen der Spindel an dem Untersatz befestigt. Dann nimmt man den *hohlen* Setzer, steckt ihn von oben in die Hülse, und schlägt mit einem hölzernen Schlägel einigemal auf das andere Ende des Setzers, um die Hülse auf den runden Zapfen der Spindel fest aufzutreiben; der *hohle* Setzer muss hiezu darum genommen werden, um das obere Ende des kleinen Zäpfchens, welches die Kehle der Hülse bildet und das im Inneren der Hülse etwas über die Kehle hervorragt, aufzunehmen.

Dann schüttet man ein wenig von dem zu wählenden Satze in die Hülse, nimmt den *massiven* Setzer, steckt ihn in die Hülse, drückt den Satz damit fest und schlägt dann mit einem Schlägel so lange darauf, bis man glaubt, dass der Satz ganz fest eingestampft sei; man überzeugt sich davon am besten, wenn man eine vollgestampfte Hülse aufrollt; der Satz muss darin ganz fest als ein Cylinder liegen, liegt er bröcklich darin, so hat man nicht stark genug geschlagen. Man fährt fort mit Einfüllen und Einschlagen, bis die Hülse so weit voll Satz ist, als sie angefüllt werden muss, worüber die Beschreibung der einfachen Feuerwerkstücke im zweiten Abschnitte Näheres lehrt. Das Einfüllen des Satzes geschiehet mittelst einer blechnen *Ladeschaufel,* in Form eines Löffels, welche mit dem Kaliber der Hülse wie sich von selbst verstehet in gleichem Verhältniss ihrer Grösse stehen muss, um die Arbeit möglichst bequem zu machen. Für die Hülsen von vier Linien Kaliber und darunter dient sehr bequem eine Schreibfeder, die man ihrer Länge nach halb abschneidet, und dadurch eine Art von Rinne erhält, mit der man den Satz aufschaufelt und in die Hülse fallen lässt.

Man muss nur so viel Satz auf *einmal* in die Hülse schütten, dass er fest gestampft nicht mehr als *einen* Kaliber hoch die Hülse anfüllt, je weniger Satz man auf einmal hineinschüttet und mittelst des Setzers und Schlägels feststampft, desto besser ist es; schüttet man zu viel Satz auf einmal in die Hülse, so setzt er sich nicht sogleich durchgängig fest zusammen, sondern es schlägt sich zuerst nur ein Theil der obersten Schichten davon fest, der dann, wenn man mehrere Schläge thut, die innersten Windungen der Hülse mit sich herunterquetscht und Runzeln bildet, die ein ungleiches Feuer verursachen. Diese Runzeln an der inneren Wand der Hülse nennt man *Wölfe;* wenn sie bei dem Laden entstehen, so wird durch das Zusammensetzen der inneren Papierwindungen die oberste Oeffnung der Hülse oft so verengt, dass man den Setzer nicht mehr heraus noch hinein bekommt, und dann leicht anstatt des Satzes einen Theil der inneren Windungen der Hülse zusammenschlägt.

Die Setzer können sämmtlich gegen ein Zwölftel des Kalibers der Winder dünner als diese sein; es erleichtert ungemein die Arbeit des Ladens, wenn die Setzer recht lose in die Hülse gehen, und es gewährt ein in die Hülse genau passender Setzer durchaus keinen Vortheil. Die untere Fläche des Setzers darf nicht ganz glatt und kantig sein, sondern sie muss etwas abgerundet werden, weil eine scharfe Kante ebenfalls leicht Veranlassung zur Entstehung der Wölfe giebt.

Viele Feuerwerker halten es für nothwendig, zu jedem besondern Kaliber einen besondern Schlägel zum Laden der Hülsen anzuwenden, dessen Grösse und Schwere in einem gewissen genau zu berechnenden Verhältnisse mit der Grösse des Kalibers der zu ladenden Hülsen stehen soll; ich halte dies aber mehr für eine Spielerei als für eine Nothwendigkeit. Allerdings kann man für Hülsen, welche in ihren Kalibern bedeutend von einander abweichen, nicht ein und denselben Schlägel gebrauchen, aber das natürliche Gefühl giebt uns hierin hinlängliche Belehrung. Ich bediene mich dreier verschiedener Schlägel, welche ungefähr nachstehende verschiedene Schweren haben; ein Pfund schwer, zwei ein halb Pfund, und vier Pfund schwer; mit diesen drei verschieden schweren Schlägeln reicht man bequem für alle hier in Anwendung gezogenen Kaliber aus.

Da, wie aus dem §. **55.** hervorgehet, die Brennungsgeschwindigkeit der Sätze ungemeine Veränderungen durch grössere oder mindere Comprimirung erleidet, so ist leicht einzusehen, dass man auf das gleichmässige Laden der Hülsen, welche ein und dieselbe Wirkung thun sollen, grosse Aufmerksamkeit verwenden muss, um von Hülsen gleichen Kalibers bei ein und demselben Satze immer gleiche Brennungsgeschwindigkeiten zu erhalten; diese Gleichmässigkeit der Verdichtung des Satzes mittelst des Schlagens kann nur durch viele Uebung erlangt werden; am besten wird man aber immer thun, alle Hülsen, in denen der Satz fest comprimirt werden soll, stets so fest als nur möglich zu schlagen und die Qualität des Satzes darnach einzurichten, man erhält dadurch am sichersten eine möglichst gleichbleibende Wirkung des Satzes. Die Unsicherheit der gleichmässigen Verdichtung des Satzes mittelst des Schlagens, welche, auch bei der grössesten Uebung, um so bemerklicher wird, je grösser der Kaliber der Hülsen ist, hat die Feuerwerker veranlasst, auf verschiedene mechanische Mittel zu sinnen, welche ein sich immer gleichbleibendes Resultat liefern könnten, deren hier Erwähnung geschehen muss.

Bei grossen Kalibern über ein und ein halb Zoll Durchmesser bedient man sich einer *Ramme,* wo durch das Herabfallen eines bestimmten Gewichtes auf den Setzer von einer sich immer gleichbleibenden Höhe das Zusammenschlagen des Satzes bewirkt wird; doch diese sonst ganz zweckmässige Vorrichtung ist für kleinere Kaliber zu umständlich, und ihr Gebrauch zu zeitraubend, und da mit der steigenden Satzhöhe in der Hülse die Fallhöhe des Gewichtes

immer kleiner wird, so leistet die Ramme auch noch keine mathematisch gleichmässige Wirkung.

In neuerer Zeit hat man für das Laden der Hülsen eine Art *Hebelpresse* vorgeschlagen, wo durch das Niederdrücken eines langen Hebels auf einen kürzeren Hebel, der auf den Setzer drückt, eine grosse Kraft ausgeübt werden kann; da aber das Niederdrücken des längeren Hebels ebenfalls durch die unbestimmte Kraft der Hand geschieht, so sehe ich nicht ein, was damit für den beabsichtigten Zweck, eine immer gleiche Dichtigkeit des Satzes zu erhalten, bedeutend gewonnen wird; man könnte zwar die Bewegung des Hebels bei jedesmaligem Niederdrücken bis auf einen gewissen Punkt bestimmen und durch Einfüllen einer immer genau abgewogenen Quantität Satzes und einem, bei jeder einzelnen Satzportion immer im Verhältniss kürzeren einzusetzenden Setzers einen ganz gleichmässigen Druck hervorzubringen glauben, aber man wird dennoch immer kleine Untersehiede finden in der mindern oder grössern Comprimirung des Satzes, weil auch, die innere Weite der Hülsen eines Kalibers betreffend, kleine Unterschiede wohl nie zu vermeiden sein dürften.

In der *Ernstfeuerwerkerei,* welche über Zeit und Arbeiter nach Belieben gebieten kann, und wo eine bestimmte gleiche Brennungsgeschwindigkeit oft von der grössten Wichtigkeit ist, sind dergleichen Vorrichtungen wohl anwendbar, da sie allerdings eine grössere Genauigkeit des Sehlagens gewähren, als der geübteste Arbeiter bei der gewöhnlichen Art zu liefern im Stande ist; aber für die *Lustfeuerwerkerei* sind sie viel zu umständlich und zeitraubend, wie jeder Lustfeuerwerker finden wird, der davon Gebrauch machen will.

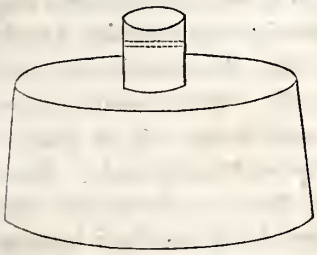
Der *Stock,* welcher die Hülse beim Sehlagen einsehliesst, dient theils dazu, dass sie perpendikulär stehen bleibe, theils dazu, dass sie sich nicht durch das Schlagen ausdehne oder gar zersprengt werde; die Hülse muss daher genau in den Stock passen, und wo möglich in allen Punkten der inneren Wand des Stockes anliegen; da aber, wie bereits bei den Hülsen bemerkt wurde, es fast unmöglich ist, eine Hülse genau so dick wie die andere zu machen, so hüllt man um die Hülse, welche zu lose in den Stock geht, einen Streifen Papier, der das Fehlende der Dicke der Hülse während des Schlagens ersetzt. Passt die Hülse nicht genau in den Stock, so geschieht es zuweilen, dass die inneren Windungen der Hülse Risse bekommen, die äusseren aber sich bloss ausdehnen, so dass dieser Fehler dann äusserlich gar nicht zu entdecken ist; sehr leicht kommt dies vor, wenn die Hülsen von zu altem mürbe gewordenen Papier gemacht sind. Manche Feuerwerker lassen die Stöcke aus zwei Hälften anfertigen, welche durch metallene Ringe zusammengehalten werden, um durch ein mehr oder weniger Zusammenrücken dieser beiden Hälften die kleinen Ungleichheiten der Hülsen unschädlich zu machen; mir scheint diese Einrichtung sehr zweckmässig zu sein: da ich mich aber solcher

Stöcke nie bedient habe, so kann ich über die Vortheile oder Nachtheile, die sie gewähren, nicht urtheilen.

Da die Hülsen in der Regel nicht ihrer ganzen Länge nach mit Satz vollgeschlagen, sondern von ihrer Länge einige Kaliber leer gelassen werden, so ist es nicht nöthig, dass der Stock immer ganz so lang wie die Hülse sei; wenn der Stock die Hülse ihrer Länge nach nur immer so weit einschliesst, als man sie mit Satz anfüllt, so ist es hinlänglich.

Das Schlagen der Hülsen muss auf einem feststehenden starken Tische, am besten auf einem grossen eichenen Klotze geschehen, damit die Elasticität der Unterlage die Kraft des Schlagens nicht schwäche. Da durch das Schlagen der Gegenstand, worauf es geschieht, erschüttert wird, so darf das Gefäss, welches den zu verbrauchenden Satz enthält, nicht mit auf diesem Gegenstande stehen, weil durch die sich dem Satze mittheilende Erschütterung die schwereren Partikeln des Satzes nach und nach zu unterst fallen, und dadurch den Satz ungleich in seiner Mischung machen würden.

Mitunter kommen Feuerwerkstücke vor, bei denen das Feuer nicht aus der Kehle der Hülse, sondern an andern Punkten der Seitenflächen der Hülse ausströmen muss, es wird daher der Kopf der Hülse ganz weggeschnitten und die Kehle mit Papier verstopft; zum Laden soleher Hülsen bedient man sich eines Untersatzes, der blos aus dem Klötzchen und dem Cylinder bestehet und dem der abgerundete Zapfen *h*, so wie auch das Zäpfchen *o* fehlt, und der aus *einem* Stück harten Holzes gedreht sein kann, indem es unnöthig wäre, den Cylinder *a, b, c, d,* von Metall gemacht, besonders einzusetzen.



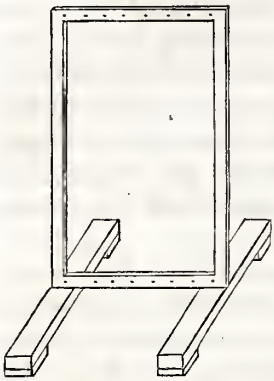
§. 63. Das minder feste Laden, welches man *Stopfen* nennt und überall da Anwendung findet, wo der Satz nur durch eine Hülse zweiter Art eingeschlossen ist, geschieht sehr bequem auf folgende Art und Weise.

Man nimmt einen kleinen blechnen Trichter, dessen Hals so lang ist, dass er etwa einen halben Zoll tief in die zu füllende Hülse hineingeht, und setzt ihn in dieselbe; durch den Trichter steckt man einen Draht, von ein Viertel Kaliber Dicke, bis auf den Boden der Hülse, schüttet dann etwas Satz in den Trichter und hält mit einer Hand die Hülse mit dem Trichter da, wo dessen Hals in ihr steckt, frei in der Luft fest, mit der andern stösst man den Draht auf und nieder, wodurch der Satz zwischen dem Draht und dem Trichter in der Hülse herunterfällt und dort fest gestampft wird, bis die Hülse voll ist.

Anstatt diese Hülsen frei mit der Hand haltend zu stopfen, ist es zweckmässiger, selbe ebenfalls in einen Stock, welcher sie nur ganz lose einschliesst, zu stellen, die Arbeit des Stopfens wird dadurch viel bequemer.

Stopinen, Zündschnuren.

§. 64. Um das Feuer von einem Orte zum andern fortzupflanzen, um mehrere einzelne Theile eines Feuerwerkstückes auf einmal schnell in Brand zu setzen, und für viele andere dergleichen Zwecke bedient man sich dünner, baumwollener Dochte, welche mit Mehlpulver überzogen werden, die man *Stopinen* oder *Zündschnuren* nennt.



Verfertigung der Stopinen. Man lässt einen Rahmen von Holz anfertigen, ohngefähr **6** Fuss hoch und **4** Fuss breit, und stellt ihn perpendikulär auf. Die obere und untere Leiste des Rahmens wird auf beiden Seiten mit drei Zoll langen, messingenen dünnen Stiften versehen, welche rechtwinklicht mit dem Rahmen und in einer Entfernung von zwei und ein halb Zoll von einander eingeschlagen sind. Ferner nimmt man nicht allzu starkes, *baumwollenes Garn,* legt davon *acht* bis sechszehn Faden, oder auch weniger, je nachdem das Garn fein oder stark ist, zusammen, so entsteht ein Docht, welcher etwa eine Linie dick und sieben Fuss lang sein kann. Man fertigt eine beliebige Anzahl solcher Dochte, löst etwas Salpeter in gewöhnlichem Branntwein auf, und weicht die Dochte einige Stunden lang darinnen ein; dann nimmt man sie wieder aus der Flüssigkeit heraus und drückt sie vollkommen aus, so dass die Dochte nicht mehr nass, sondern nur noch ein wenig feucht sind. Dann macht man in einem irdenen Napfe einen dicken Brei aus Mehlpulver und Wasser, und zieht einen Docht nach dem andern durch den Brei langsam zwei- bis dreimal durch, indem man ihn mittelst einer kleinen Krücke auf dem Boden des Napfes fest hält, damit er sich auf allen Punkten mit dem Pulverbrei vollkommen überziehe; den Docht befestigt man dann sogleich an einen der obern messingenen Stifte des Rahmens, und lässt ihn einstweilen frei herabhängen; sind eine beliebige Anzahl dieser Dochte aufgehangen, so lässt man sie ein wenig übertrocknen, jedoch nicht zu lange, bis sie ein etwas mattes Ansehn bekommen, und streicht dann mit dem Daumen und dem Zeigefinger lose an einem und dem andern herunter, um sie dicht und glatt zu machen. Ist dies geschehen, so spannt man jeden Docht etwas an, und befestigt sein unteres Ende straff an den dem oberen Stifte am Rahmen gegenüberstehenden unteren Stift. Die Stopinen bleiben nun an dem Rahmen so lange angespannt, bis sie vollkommen trocken und hart geworden sind; dann werden sie von den Stiften abgeschnitten und in einem Kästchen sorgfältig aufbewahrt, damit sie keine Beschädigung erleiden. Man macht die Stopinen für die gewöhnlichen Zwecke ohngefähr von der Dicke eines starken Bind-

fadens; bisweilen bedarf man auch dünnerer, die dann aus wenigen Baumwollenfaden bestehen müssen. Wenn man die Stopinen durch die Finger gehen lässt, um sie glatt und dicht zu machen, muss man sich in Acht nehmen, dass man nicht zu viel Pulverbrei *herunter* streiche, sondern dass durch dies Abstreichen der Pulverbrei blos ganz gleichmässig sich auf dem Dochte vertheile.

Manche Feuerwerker lassen den Docht, gleich nachdem er aus dem Pulverbrei kommt, durch ein messingenes trichterförmiges Röhrchen gehen, dessen weite Oeffnung dem Napfe, worinnen sich der Pulverbrei befindet, zugekehrt ist; die kleine Oeffnung des Trichters hat gerade die Weite, die der Dicke der zu fertigenden Stopinen entspricht; der Docht geht zu der weiten Oeffnung des Trichters hinein und durch die engere Oeffnung wieder heraus. Hinter der engern Oeffnung des Trichters steht ein hölzernes Gestelle, welches eine grosse Rolle von vier Speichen und vier Längenlatten in der Art einer Garnwinde trägt; der durch den kleinen Trichter gegangene Docht wird an eine der äussern Latten der Winde befestigt und letztere ganz langsam gedreht; der Docht, welcher eine beliebige Länge haben kann, zieht sich so durch den Pulverbrei, aus diesem geht er durch den Trichter, der den daran hängenden überflüssigen Pulverbrei abstreicht, und die gleiche Stärke des Ueberzuges bestimmt. Die so gefertigte Stopine bleibt dann auf der Winde, wo jeder Umgang neben, nicht auf dem andern liegen muss, ausgerollt, bis sie trocken geworden ist; dann wird sie von der Winde herunter genommen und in Stücke von beliebiger Länge zerschnitten.

Diese Verfertigungsart ist ganz zweckmässig und geht schneller als die erstere oben angegebene; sie erfordert aber einen etwas zusammengesetzteren Apparat.

Der Pulverbrei muss sogleich verbraucht werden, nachdem man ihn angefertigt hat; denn lässt man ihn einige Stunden ruhig stehen, so krystallisirt der Salpeter heraus, der Brei wird grützlich und liefert dann nur sehr langsam verbrennende, unbrauchbare Stopinen. Derselbe Fall tritt ein, wenn der Brei zu dünn gemacht wird, wenn er zu viel Wasser enthält, die Stopinen trocknen dann zu langsam, der Salpeter krystallisirt an den Oberflächen der Dochte heraus, und man erhält ebenfalls schlechte Stopinen.

Um den Stopinen einige Steifheit und dem Pulver-Ueberzug einigen Halt zu geben, ist es nothwendig, dem Pulverbrei etwas aufgelösstes *arabisches Gummi* beizumengen. Auf ein Pfund Mehlpulver nimmt man *ein halb* bis höchstens *ein* Loth Gummi; nimmt man mehr, so brennen die Stopinen zu langsam, und löschen leicht an den Stellen aus, wo sie einen Bruch bekommen oder gebogen werden müssen.

Nimmt man zur Anfertigung der Stopinen ganz fein gekörntes Pulver, so braucht man es nicht erst zu Mehlpulver zu zerreiben, sondern man rühret es gekörnt, wie es ist, mit Wasser an.

In manchen Fällen wird es nothwendig, sich sehr dünner Stopinen zu bedienen, und es entsteht dabei oft die Besorgniss, ob auch diese dünne Stopine das Feuer sicher fortpflanzen und nicht versagen werde; ist bei der Anfertigung der Stopinen alles hier Gesagte genau beobachtet worden, so wird nie eine Stopine versagen, will man jedoch noch sorgsamer dabei zu Werke gehen und eine grössere Mühe nicht scheuen, so verfahre man, wie folgt. Man theilt die für die Stopine bestimmte Anzahl Baumwollenfaden in drei Theile und ziehet jeden dieser Theile für sich allein durch den Pulverbrei durch. Diese drei ganz dünnen Stopinen vereiniget man dann noch *nass* zu *einer* Stopine; der Pulverbrei sitzt nun nicht allein auf der Oberfläche des baumwollenen Dochtes, sondern er ist auch überall zwischendurch vertheilt, wodurch man sehr gute sichere Stopinen erhält, die dabei äusserst dünn sein können.

Anfeuerung.

§. 65. Unter diesem Ausdruck verstehet man diejenigen Mittel, deren sich die Feuerwerker bedienen, um, einestheils, gewisse Feuerwerkkörper schnell über und über in Brand zu setzen, anderntheils, um die Mündungen der Feuerwerkkörper, wo das Feuer ausströmen soll, mit einer festen und doch leicht brennbaren Mischung zu bedecken, damit kein Satz herausfalle. Im Allgemeinen dient hiezu mittelst Wasser zu einem Brei angerührtes Mehlpulver, mitunter werden auch Stopinen hiezu verwandt.

Zu gleichem Zwecke bediene ich mich in einigen Fällen ausser dem Mehlpulver auch anderer trockner oder feuchter Sätze, worüber man das Nähere weiter unten bei den betreffenden Feuerwerkstücken finden wird. Alle diese verschiedenen Mittel, welche für den obigen Zweck gebraucht werden, nennt man *Anfeuerung*.

Versetzung.

§. 66. Unter den einfachen Feuerwerkstücken, deren Beschreibung der zweite Abschnitt dieser Schrift enthält, giebt es mehrere, die, insbesondere bei grössern Feuerwerken, nicht einzeln für sich allein abgebrannt werden, sondern grösstentheils nur dazu dienen, Feuerwerkstücke damit zu verzieren, um deren Wirkung zu erhöhen und mannigfaltiger zu machen. Werden nun einfache Feuerwerkstücke auf diese Art angewendet, so nennt man sie *Versetzungsstücke* oder die *Versetzung* eines Feuerwerkstückes, worüber der dritte Abschnitt dieser Schrift das Nähere lehrt.

ZWEITER ABSCHNITT.

Einfache Feuerwerkstücke.

Schwärmer.

§. 67. Ein Schwärmer ist eine mit Funkenfeuer gefüllte Hülse erster Art, die angezündet einige Sekunden lang ein heftiges Feuer auswirft, das mit dem Zerplatzen der Hülse endigt. Die Anwendung der Schwärmer bei einem Feuerwerk ist sehr mannigfach, sie werden daher auch von verschiedenem Kaliber und verschiedener Länge gemacht. Man gebraucht die Schwärmer grösstentheils bei den zusammengesetzten Feuerwerkstücken, wie im dritten Abschnitt gezeigt werden wird; auch schiesst man sie einzeln aus Gewehren, oder man wirft sie brennend mit der Hand in die Luft; sie werden für die meisten Zwecke nur von vier Linien Kaliber und nicht über zwölf bis vierzehn Kaliber lang gemacht.

Verfertigung der Schwärmer. Man nimmt eine Hülse erster Art, vierzehn Kaliber lang, steckt sie mit ihrem Kopfe nach unten auf den Untersatz *ohne* Dorn, und schiebt von oben den Stock darüber, den man mittelst Durchsteckung eines Stiftes durch das Queerloch des Stockes und das korrespondirende Loch am ersten Zapfen der Spindel an dem Untersatz befestigt, wie bereits oben in §. 62. gelehrt worden. Diese Hülse wird dann so fest als möglich mit dem nachstehenden Satze so hoch voll geschlagen, dass nur noch von ihrer Länge fünf bis sechs Kaliber übrig bleiben, in diesen leer gebliebenen Theil der Hülse schüttet man drei bis vier Kaliber hoch Kornpulver hinein, nimmt ein kleines Stückchen weiches Papier, drückt es zu einem Pfropf zusammen, thut es in die Hülse auf das Kornpulver und drückt es mit dem Setzer fest, ohne jedoch den Schlägel anzuwenden, weil man sonst das Kornpulver zerdrücken würde. Ist dies geschehen, so nimmt man die gefüllte Hülse aus dem Stock, würgt sie hinter dem Kornpulver ganz zusammen, bindet einen Bindfaden darum, schlägt dann den Theil der Hülse hinter dem Bindfaden mit einem Hammer breit und beschneidet ihn ein wenig mit einem Messer, damit es sauber aussieht. Das kleine Zäpfchen *o* am Untersatz dient

dazu, die Kehle während des Ladens offen zu erhalten. Den Kopf des Schwärmers füllt man mit Anfeuerung, bestehend aus einem Breie von Mehlpulver und Wasser aus und steckt durch diese Anfeuerung hindurch ein Stückchen Stopine *bis in die Kehle des Schwärmers hinein;* dies Stückchen Stopine, welches zum Anzünden dient, lässt man etwa einen Viertelzoll vor dem Kopfe des Schwärmers vorgehen; dann ist der Schwärmer fertig.

Manche Feuerwerker legen in die Schwärmer auf den Satz eine kleine Erbse, ehe sie das Kornpulver hineinschütten; diese Erbse soll dazu dienen, die Kraft des Kornpulvers zu verstärken, und dadurch einen stärkern Knall zu erzeugen; wenn nämlich der Satz verbrannt ist und das Kornpulver sich entzündet, so wird die Erbse nach der Kehle der Hülse zu hingetrieben und durch sie verstopft, es kann dann von der Kraft des Pulvers nichts durch die Kehle verloren gehen, und das Zerreissen der Hülse soll daher mit grösserer Heftigkeit stattfinden. Diese Idee ist recht sinnreich, ich habe aber bei ihrer Anwendung keine grössere Wirkung als die, ohne Einladung der Erbse, wahrgenommen.

Satz für die Schwärmer.

No. 1. grobes Mehlpulver .... 10 Theile
grobe Kohle ..... 1 -

Für grössere Schwärmer über sechs Linien Kaliber kann der Satz etwas fauler sein, man nimmt dann auf ein Pfund Mehlpulver vier bis fünf Loth Kohle.

Die Schwärmer müssen, brennend in die Luft geworfen, ein heftiges Schlangenfeuer bilden, und werden daher mit einem sehr raschem Satze geladen, für den man auch bei kleineren Kalibern von vier Linien und darunter blosses Mehlpulver ohne anderweitige Beimischung nehmen kann; faule Funkenfeuersätze machen für die Schwärmer einen schlechten Effekt.

Die Schwärmer sind hinsichtlich ihrer Form und der Art ihrer Anfertigung und Füllung als die Grundtypen aller der einfachen Feuerwerkstücke zu betrachten, deren Wesen das Funkenfeuer ist; ihre Gestalt wiederholt sich bei allen diesen Feuerwerkstücken, nur hier und da mit geringen Abänderungen.

Fontainen.

§. 68. *Fontainen* sind mit Funkenfeuer *fest* geladene Hülsen erster Art, die sich von den Schwärmern nur in der Art ihrer Anwendung unterscheiden; zuweilen erhalten sie am Ende ihrer Wirkung keinen Schlag, zuweilen wer-

den sie auch hierin den Schwärmern gleich gemacht. Ihre Anwendung ist sehr mannigfach, wie im dritten Abschnitt gezeigt werden wird; sie werden gewöhnlich nur bei den zusammengesetzten Feuerwerkstücken gebraucht und mit mehr faulen als raschen Sätzen geladen, weil sie nur selten als treibendes Feuer dienen. Man macht sie, je nachdem sie längere oder kürzere Zeit brennen sollen, bald länger, bald kürzer, von jedem Kaliber, doch nie unter sechs Linien, gewöhnlich von acht Linien Kaliber; den sechs Linien-Hülsen giebt man in der Regel eine Länge von sieben und ein halb Zoll, hievon gehen für Kopf und Hintertheil etwa ein und ein halb Zoll ab, so dass sechs Zoll mit Satz geladen werden; den acht Linien-Hülsen giebt man eine Länge von neun Zoll, wovon etwa zwei Zoll abgehen und sieben Zoll hoch geladen werden können. Für eine Fontaine von sechs Linien, sechs Zoll hoch geladen, bedarf man ohngefähr zwei bis drei Loth Satz, für eine acht Linien-Hülse, sieben Zoll hoch geladen, drei bis fünf Loth Satz, je nachdem der Satz aus mehr oder weniger schweren Materialien besteht.

Alle dergleichen mit Funkenfeuer*) geladene Hülsen erster Art, nennt man *Fontainen, Fontainenbränder* oder *Bränder,* sie mögen nun bei einem beweglichen oder feststehenden zusammengesetzten Feuerwerkstück Anwendung finden, dies bleibt sich gleich. Einzeln angezündet gebraucht man sie nur bei kleinen Feuerwerken, und hierzu nicht unter zwölf Linien Kaliber, wo sie perpendikulär aufgestellt werden und eine *Feuergarbe* bilden.

Die Kehlen der Fontainenbränder macht man gewöhnlich etwas weiter als ein drittel Kaliber, oft ein halb Kaliber weit, damit möglichst viel Funken ausgeworfen werden; bei einer sehr weiten Kehle fliegendie Funken freilich bei weitem nicht so hoch als bei einer engen Kehle, doch hängt dies auch von der Raschheit und Faulheit des Satzes ab. Sind die Fontainenbränder sehr lang, so brennt die Kehle der Hülse sehr aus, wird weiter und das Feuer dadurch ungleich; es ist daher sehr zweckmässig, für alle Hülsen, die als Fontainen gebraucht werden, ehe man den Satz einladet, etwas trockne gestossne Thonerde in die Hülse zu schütten, und sie damit etwa drei viertel Kaliber hoch zu laden; damit aber die Kehle der Hülse die verlangte Weite behalte und durch den Thon hindurch offen bleibe, so giebt man dem kleinen Zäpfchen *o* des Untersatzes ohne Dorn eine Dicke, die dieser Weite gleich ist, und eine solche Länge, dass es *in der Hülse,* wenn diese auf den Untersatz gestellt wird, reichlich einen halben Kaliber über die Kehle hervorragt. Den Thon schlägt man mit einem hohlen Setzer fest, dreht dann die Hülse sammt dem Untersatze um, klopft mit dem Setzer daran, damit der Thon, der sich etwa nicht fest geschlagen haben sollte, herausfalle, und untersucht zugleich, mittelst Hineinsteckung des massiven Setzers, ob man nicht so

*) Auch wohl mit Doppelsätzen.

viel Thon in die Hülse geschlagen habe, dass er über den kleinen Zapfen hinweg reicht. In diesem Falle muss man den Thon, nachdem die Hülse fertig geladen ist, da wo er die Kehle der Hülse verschlossen hat, bis auf den Satz wieder durchbohren; es ist jedoch besser, nur gerade so viel Thon in die Hülse hineinzuschlagen, dass der kleine Zapfen noch etwas darüber hinausgehet und man nicht erst nöthig hat, den Thon zu durchbohren. Man mache sich für die in die Hülsen zu schlagende Thonmenge ein bestimmtes Maass, damit die Thonkehlen, bei gleichem Kaliber der Hülsen, auch alle gleiche Höhe bekommen und man nie zuviel Thon hinein lade. Die Kehle der Hülse erhält durch den Vorschlag von Thon in der Hülse eine feuerfeste Verlängerung, und kann nicht ausbrennen und weiter werden, die Wirkung der Fontaine daure so lange sie wolle. Ist die Hülse mit der Ladung Thon versehen, so wird sie dann wie gewöhnlich mit einem der nachstehenden Sätze nach Belieben vollgeschlagen, ein Papierpfropf auf den Satz gesetzt und unten zugewürgt; beim Laden bleibt sie auf demselben Untersatze stehen, auf dem sie den Vorschlag von Thon erhielt, damit die Thonkehle während des Schlagens nicht zusammenfalle. In die Kehle steckt man ein Stückchen Stopine, das man mit Anfeuerung festklebt.

Bei den Kalibern, welche über sechs Linien sind, hat man oft grosse Mühe, das hintere Ende der Hülse zuzuwürgen, ja man kommt oft, wenn die Hülse geleimt ist, damit gar nicht zu Stande; in diesem Falle verfährt man wie folgt. Wenn die Hülse bis zum Aufsetzen des Papierpfropfes voll geladen ist, so biegt man mit einem Stifte oder Nagel nach und nach die *inneren Windungen* derselben nach *innen* zu ein, bis nur noch die Hälfte der Windungen, aus denen die Hülse besteht, übrig ist, und schlägt die eingebognen Windungen mit dem Setzer fest zusammen, welche so den Papierpfropf bilden; wonach sich das Uebrige der Hülse, das nun nur noch die Hälfte der früheren Dicke hat, bequemer zusammenwürgen lässt. Man kann auch, anstatt die Hülse unten zuzuwürgen, sie mit einer Ladung Thon schliessen; doch muss dieser sehr fest zusammengeschlagen werden, damit die Heftigkeit des Feuers ihn nicht herausstosse.

§. 69. *Sätze für die Fontainenbränder für jeden Kaliber, jedoch nicht unter sechs Linien Kaliber.*

No. 2.	grobes Mehlpulver	4 Theile
	grobe Kohle	1 -
No. 3	Salpeter	4 Theile
	Schwefel	1 -
	grobe Kohle	1 -

Diese beiden Sätze geben ein gewöhnliches funkenreiches Feuer. Für den Satz No. 2. kann man eine jede beliebige Art Kohle, fein oder grob gepulvert,

von harten oder von weichen Hölzern anwenden, man erhält dadurch verschiedenartige grosse oder kleine Funken und andere Mannigfaltigkeiten für das Auge. Für den Satz No. 3. ist aber nur die unter der Benennung *grobe Kohle* im §. 7. angegebene brauchbar; denn in diesem Satze muss die Kohle zwei Rollen übernehmen, einestheils dient sie dazu den Salpetersatz zu zerlegen, anderntheils als ausgeworfene Funken dem Auge zu erscheinen; wollte man lauter *feine* Kohle für diesen Satz nehmen, so würde der Satz äusserst rasch werden, weil die Berührungsflächen der Grundmischung mit der Kohle sich vermehren würden, dabei würden fast kein Funken, oder nur sehr wenige kleine ausgeworfen werden, weil diese feine Kohle eher zu kohlensaurem Gase verbrennen würde, ehe sie das Innere der Hülse verlassen hat; wollte man dagegen nur grobe Kohlentheile nehmen, so würde der Satz äusserst faul werden, weil der Berührungsflächen des Salpetersatzes mit der Kohle zu wenige wären*); für diesen Satz N. 3. muss daher die Kohle durchaus aus einem Gemisch von feiner und grober Kohle bestehen. Eigentlich sollte man bei diesem Satze das Verhältniss der feinen Kohle zu der groben nach dem Gewicht genau bestimmen und dabei auch die Grösse, Weite der Maschen der Siebe, wodurch die feine und die grobe Kohle gesiebt und womit jede für sich allein erhalten werden könnte, angeben; dies ginge wohl an, und man findet, namentlich in den Werken über die Ernstfeuerwerkerei dergleichen Angaben über diesen Gegenstand; aber in der Lustfeuerwerkerei würde das Festhalten von dergleichen Subtilitäten, wollte man es durchaus verlangen, das Vergnügen, welches der Dilettant bei seinen Arbeiten sucht, zu sehr verleiden. Die Kohle welche der Dilettant der Lustfeuerwerkerei gewöhnlich benutzt, ist, wenn er sie nicht besonders immer ganz gleichmässig von ein und derselben Holzart anfertigen lässt, in ihrer Qualität so verschieden, dass auch bei der genauesten Angabe für ihre Zerkleinerung dennoch immer Unterschiede in ihrer Wirkung vorkommen werden; einige Proben mit der anzuwendenden Kohle führen in der Lustfeuerwerkerei gewiss schneller zum Ziele als alle anderweitigen Angaben darüber.

No. 4. grobes Mehlpulver.....4 Theile
Braunstein.....1 -

Dieser Satz giebt dunkelrothe dicke strahlige Funken.

No. 5. grobes Mehlpulver.....5 Theile
Goldsand.....1 -

Dieser Satz giebt kleine gelbe, linsenförmige flatternde Funken.

*) Siehe §. 5.

No. 6. grobes Mehlpulver..... 4 Theile
Eisenfeilspäne, Stahlfeilspäne,
oder gestossen Gusseisen... 1 -

Diesen Satz nennen die Feuerwerker *Brillantsatz*, er ist der schönste unter allen Funkenfeuersätzen, aber er hat das Unangenehme, dass er nur kurze Zeit gut bleibt, das Metall oxydirt sich in wenig Tagen auf Kosten des Salpeters, und verliert dadurch gänzlich seine schöne Wirkung. Ueber die Anwendung des gefeilten Eisens, Stahls oder des Gusseisens ist Folgendes zu bemerken.

Der Stahl und das Gusseisen sind bekanntlich Verbindungen des reinen Eisens mit Kohlenstoff in verschiedenen Mischungsverhältnissen; beide Verbindungen besitzen die Eigenschaft leichter als das reine Eisen zu schmelzen und in diesem Zustande dann beim Zutritt der Luft zu verbrennen; während der Verbrennung entwickeln sie ein sehr glänzendes sternförmiges Licht. Das Licht des Stahls ist feinstrahlig und silberweiss, das des Gusseisens dick und gelblich. Das reine Eisen verbrennt zwar auch, wenn es im geschmolznen Zustande in Berührung mit der Luft kommt, es bedarf aber eines weit stärkern Hitzegrades dazu, und die Lichtentwicklung ist dabei nur gering, weshalb es auch nur selten angewendet wird und daher kein weiteres Interesse für uns hat.

Die Stahlspäne, die gestossenen Uhrfedern, das Gusseisen müssen hinsichtlich der Feinheit ihrer mechanischen Zerkleinerung mit den Kalibern der Hülsen in einem gewissen Verhältniss stehen, denn die kleinern Kaliber geben zu wenig Hitze her, um ein gröber zerstossenes Eisen zu schmelzen, was bei diesem Satze geschehen muss, wenn das Eisen seine Wirkung thun soll, dagegen verbrennt das Eisen in den grösseren weitern Hülsen schon, ehe es ausgeworfen wird, wenn es zu fein zertheilt ist, und macht dann wieder keine Wirkung; man muss daher durch Versuche finden, welcher Grad der Feinheit in der mechanischen Zertheilung des Eisens die beste Wirkung für die anzuwendenden Kaliber macht.

Alle Sätze, welche Eisen, Stahlspäne oder Gusseisen enthalten, bleiben, wie schon oben bemerkt, nur kurze Zeit gut. *Feilspäne* halten sich am kürzesten in dem Satze unoxydirt, man darf dergleichen Feuerwerkstücke nicht über zwei Tage aufbewahren, wenn der Satz seine schönste Wirkung machen soll; am besten ist es, wenn man die mit dergleichen Sätzen zu ladenden Feuerwerkstücke wo möglich erst am Tage der Abbrennung anfertigt. Das *Gusseisen* hält sich am längsten in dem Satze, und bleibt einige Wochen lang ganz gut, es darf aber dann weder gefeilt sein, noch aus Drehspänen bestehen, sondern es muss *gestossenes* Gusseisen sein. Die Drehspäne halten sich im Satze auch nur kürzere Zeit, es scheint, dass durch das Feilen oder Drehen die

krystallinische Textur der einzelnen Partikeln mehr irritirt und dadurch die Oxydation begünstigt wird.

Dieser Unbequemlichkeit des schnellen Verderbens zu begegnen, wenden die Feuerwerker mancherlei Mittel an, welche zwar recht zweckmässig sind, aber die Verbrennlichkeit des Metalls hindern und daher die Schönheit des Feuers mehr oder weniger beeinträchtigen. Man befeuchtet das zerkleinte Metall mit etwas Oel oder mit geschmolznem Harze, wodurch die Oberflächen der einzelnen Metallpartikeln überzogen und dadurch vor der schnellen Oxydation in etwas geschützt werden; oder man röstet über einem Kohlenfeuer das zerkleinte Metall mit etwas Schwefel so lange, bis der überschüssige Schwefel verbrannt oder verdunstet ist; die Metallpartikeln erhalten davon ein gelbes, lackirtes Ansehn, ihre Oberflächen sind geschwefelt und widerstehen dadurch der Oxydation am längsten, aber ihre Verbrennlichkeit wird sehr geschwächt; man wendet diese Mittel und insbesondere das Letztere daher nur dann an, wenn man genöthigt ist, mit diesen Sätzen geladene Feuerwerkstücke einige Tage vor der Abbrennung anfertigen zu müssen.

Die Sätze, welche Eisen- oder Stahlspäne enthalten, erhitzen sich während des Schlagens in der Hülse sehr merklich, und man will behaupten, dass diese Erhitzung sich bis zur Entzündung steigern könne. Ich zweifle zwar, dass ein solcher Fall wirklich einmal vorgekommen ist, aber die Erhitzung beruht auf einer chemischen Verbindung des Schwefels mit dem Eisen, wodurch die Wirkung des letztern für unsern Zweck geschwächt wird; es ist daher gut, sie zu vermeiden. Die Erhitzung des Satzes kann meiner Meinung nach nur dann entstehen, wenn das Mehlpulver etwas feucht ist; es ist daher zweckmässig, das Mehlpulver bei diesen Sätzen vorher gut zu trocknen. Ist das Eisen oder der Stahl zuvor mit Schwefel geröstet worden, so wird ebenfalls keine Erhitzung des Satzes entstehen, weil die Oberflächen der Metalltheilchen dann bereits geschwefelt sind, und keine weitere Einwirkung des Schwefels auf das Metall mehr stattfindet.

No. 7.	Salpeter	4 Theile
	Schwefel	1 -
	feines Mehlpulver	2 -
	Zink	4 -

Dieser Satz ist ein *Doppelsatz,* er brennt mit einer hellen bläulichen Flamme und wirft grosse rothe Funken aus. Die Wirkung dieses Satzes ist sehr hübsch, er hat aber das Unangenehme, dass er nur kurze Zeit gut bleibt; der Zink wird durch den Salpeter sehr schnell oxydirt, und der Satz brennt nach wenigen Tagen schon schlechter, und endlich gar nicht mehr. Der *amalgamirte Zink**) scheint mir die schönste Wirkung zu machen und das

*) Siehe §. 27.

blaueste Licht zu geben, vermuthlich wirkt das enthaltende Quecksilber hierin nicht unbedeutend mit, er hat aber den Nachtheil, dass sich der so bereitete Zink in den Sätzen nur sehr kurze Zeit, nicht über vierundzwanzig Stunden, gut erhält, er wird als Amalgama vom Salpeter sehr schnell oxydirt, und der Satz brennt bald gar nicht mehr. Es ist auch nothwendig, nie mehr dergleichen Amalgama, als man eben verbrauchen will, zu bereiten, denn wenn es nicht an einem sehr trocknen Orte aufbewahrt wird, so oxydirt sich der Zink ebenfalls nach und nach gänzlich und ist alsdann für unsern Zweck unbrauchbar.

Der *granulirte Zink* hält sich in den Sätzen am längsten gut, ohne oxydirt zu werden.

Der *gefeilte Zink* hält sich wie der granulirte ebenfalls längere Zeit gut in den Sätzen, aber man muss dann zu dem Satze etwas mehr Mehlpulver, als oben angegeben, nehmen, weil, wegen der grossen Voluminösität des gefeilten Zinkes der Satz zu faul sein würde.

Je feiner die Zinkspäne sind, desto besser und rascher brennt der Satz, aber er verdirbt auch schneller.

Es ist sehr zweckmässig, wenn man eine Fontainenhülse ladet, sei es nun mit einem Satze, welcher es wolle, zuerst immer mit einer oder zwei Ladeschaufeln des Satzes No. 2 oder No. 3 zu beginnen. Einige der andern oben angegebnen Sätze entzünden sich zuweilen schwer, wenn dies allein durch die in die Kehle gesteckte Stopine geschehen soll und der Satz sehr fest zusammengeschlagen ist; beginnt aber die Fontaine mit dem Satz No. 2 oder No. 3 zu brennen, so entzündet dieser den dann kommenden andern Satz weit sicherer. Dies Verfahren wird ganz besonders nothwendig und unerlässlich bei dem Zinksatze No. 7. Denn beginnt man vorn weg die Hülse mit dem Zinksatze zu laden, so schlagen sich die Metalltheilchen auf dem kleinen Zäpfchen des Untersatzes platt, und bilden dann eine ganz unentzündliche Oberfläche, ja selbst wenn man mit einem andern Satze zu laden beginnt, kann es vorkommen, dass der Zinksatz nicht anbrennt, denn wenn man den Zinksatz in die Hülse schüttet, so fallen immer einige Zinktheilchen als die schwersten Partikeln nach unten und bilden eine schwer entzündliche Fläche; ganz sicher verfährt man, wie folgt: Man schlägt erst eine Ladeschaufel des Satzes No. 2 oder 3 vollkommen fest, vermischt dann eine kleine Quantität Zinksatz mit eben so viel des Satzes No. 2 oder 3, zusammen etwa in der Quantität einer halben Satzportion, d. h. so viel, dass davon die Hülse etwa einen halben Kaliber hoch angefüllt wird, schüttet diese Mischung in die Hülse und darauf eine Ladeschaufel reinen Zinksatz, ohne das erstere Gemisch zuvor fest zu schlagen, schlägt dann die Ladeschaufel Zinksatz fest, und fährt dann mit dem Einladen des Zinksatzes fort; fällt auch nun bei der ersten Satzportion Zinksatz etwas zu viel Zink zu unterst, so fällt er in das darunter

lose liegende Satzgemisch und schadet nicht; ist der Zinksatz einmal entzündet, so brennt er mit vieler Heftigkeit fort, wenn auch hie und da an manchen Stellen der Zink etwas ungleich vertheilt sein sollte.

Auch bei andern Feuerwerkstücken, die aus Hülsen bestehen, welche mit dergleichen schwer entzündlichen Sätzen fest geladen werden, so wie auch bei denen, welche sehr rasche Sätze enthalten, ist es zweckmässig, die Hülse da, wo der Satz zu brennen beginnt, die Ladung immer mit einem leicht brennbaren, jedoch faulen Satze beginnen zu lassen, worüber weiter unten bei den betreffenden Feuerwerkstücken noch mehreres gesagt werden wird.

§. 70. Manche Feuerwerker lassen die Hülsen für die Fontainen ganz ohne Kopf, d. h. sie würgen die Hülse gar nicht, sondern bilden Kopf und Kehle dadurch, dass sie die an beiden Enden ganz offene Hülse auf den Untersatz mit dem Dorn stellen, und dann, ehe der Satz eingeladen wird, ein Gemisch von gleichen Theilen trocknem, pulverisirten rothen *Bolus* und *Ziegelmehl* einen Kaliber hoch hineinschlagen. Dieses Gemisch giebt, wenn es recht fest geschlagen wird, eine sehr harte Masse und bildet, so wie das Würgen, Kopf und Kehle; ich überlasse es den Feuerwerkern, welcher Art und Weise, den Kopf und Kehle zu bilden, sie den Vorzug geben wollen, *ich* ziehe das Würgen der Hülse vor, weil es mir am sichersten zu sein scheint. Der Dorn und der obere abgerundete Zapfen des Untersatzes müssen bei Anwendung des Bolus etwas mit Talg bestrichen werden, sonst hängt der Bolus zu fest an, und beim Herunternehmen der Hülse bricht dann die Kehle leicht aus.

§. 71. Wie schon oben in §. 49 bemerkt wurde, kann man die Sätze, ehe man sie in die Hülsen ladet, mit etwas Weingeist anfeuchten; die Arbeit des Ladens wird dadurch bequemer und reinlicher; das Anfeuchten darf jedoch nur sehr gering sein, sonst quetscht sich der Weingeist nach oben zu heraus und bildet, mit der steigenden Höhe des Satzcylinders, endlich einen Brei oberwärts mit dem Satze. Diejenigen Sätze jedoch, welche Eisen- oder Stahlspäne enthalten, müssen ganz trocken eingeladen werden, indem der Weingeist zur schnellern Oxydation des Eisens beitragen würde; anstatt des Weingeistes kann man für diese Sätze einige Tropfen *Terpentinöl* nehmen, doch ebenfalls nur sehr wenige, sonst wird der Satz merklich fauler davon.

Raketen.

§. 72. Eine *Rakete* ist eine ihrer Form nach den Schwärmern ganz ähnliche, mit Funkenfeuer geladene Hülse erster Art, deren Inneres und Aeusseres eine solche Einrichtung erhält, dass sie angezündet, durch die Gewalt des aus ihrer Kehle strömenden Feuers perpendikulär in die Luft geworfen wird. Die Raketen werden vom kleinsten Kaliber an bis zum grössten verfertigt, sie

sind eines der schönsten Feuerwerkstücke, aber ihre Anfertigung erfordert viele Genauigkeit, wenn ihre Wirkung vollkommen schön sein soll.

Verfertigung der Raketen. Man nimmt eine Hülse erster Art, nicht unter zwölf bis funfzehn Kaliber Länge, setzt sie auf den *Untersatz mit dem Dorn,* stellt den Stock darüber, steckt den verbindenden Stift durch Stock und Spindel und treibt dann die Hülse auf den runden Zapfen mittelst des *hohlen* Setzers fest auf. Man ladet sie dann möglichst fest und sorgfältig mit dem unten angegebnen Satze, wobei man so lange den *hohlen* Setzer gebraucht, bis der Satz die Höhe des Dornes in der Hülse vollkommen erreicht hat; man ladet dann noch einen oder einige Kaliber hoch Satz hinein, wobei man sich des massiven Setzers bedient. Diese Quantität Ladung *über* dem Dorn, welche man die *Zehrung* der Rakete nennt, ist für jeden Kaliber von einer bestimmten Höhe, wie folgt:

für Raketen von			4	Linien	Kaliber,	2½	Kaliber	hoch
-	-	-	6	-	-	2	-	-
-	-	-	8	-	-	1½	-	-
-	-	-	12	-	-	1¼	-	-

Auf den Satz schlägt man einen Papierpfropf fest und zieht dann den Stock über die Hülse weg, wonach diese frei auf dem Untersatz steht; nun nimmt man den Untersatz in die linke, die darauf sitzende gefüllte Hülse in die rechte Hand, und sucht die Hülse von dem Dorn behutsam herunterzuziehen, wobei man sie ein wenig drehen muss. Der Satz in der Hülse wird jetzt in der Mitte ein Loch haben, welches der Form des Dornes gleich ist; dieses Loch nennt man die *Seele* der Rakete, und auf diese Art gefüllte Hülsen heissen *gebohrte* oder *hohlgeschlagne* Hülsen, zum Unterschied von denen, die auf dem Untersatze ohne Dorn geschlagen werden und in deren Satz kein Loch ist, welche man *massiv* geschlagne Hülsen nennt. Ist die Hülse vom Dorn gezogen, so wird sie über dem Papierpfropf zugewürgt und das Uebrige der Hülse abgeschnitten, wie bei den Schwärmern. Auf das Ende der Rakete, welches zugewürgt ist, wird eine kegelförmige Kappe von steifem Papier aufgeleimt; diese dient dazu, dass die Rakete die Luft leicht durchschneide. In die Kehle der Rakete wird ein Stückchen dünne Stopine gesteckt, welches wo möglich ziemlich bis zum letzten, obersten Punkte der Seele der Rakete ihrer ganzen Länge nach reichen muss; man lässt diese Stopine vor dem Kopfe der Rakete so weit vorstehen, als zum Anzünden derselben nöthig ist. Um diese Stopine in der Seele der Rakete festzuhalten, bedient man sich verschiedener Mittel. Bei den kleineren Kalibern bis zu acht Linien biegt man das Ende der Stopine, welches zu oberst in die Seele der Rakete kommt, etwas um, wo sich dann dies umgebogne Ende der Stopine an den Wänden der Seele festklemmt; bei grösseren Kalibern lässt sich dies wegen der weiteren Seele der Rakete nicht anwenden, die Feuerwerker

stecken daher in die Kehle entweder noch einige Stückchen Stopine bei, welche die längere, in die Seele hineinragende Stopine festhalten, oder sie kleben das untere Ende der Stopine im Kopfe der Rakete mit Anfeuerungsteig fest; beides kann aber nachtheilig werden. Ist die Kehle der Rakete ganz mit Stopine angefüllt, so kann leicht dadurch, dass das starke Stopinenfeuer das aus dem Satze im Inneren der Rakete erzeugte Feuer aus der Kehle herauszutreten verhindert, die Rakete zerspringen; ist die Stopine im Kopfe der Rakete blos mit Anfeuerung befestigt, so geschieht es oft, dass, wenn diese Anfeuerung verbrennt, die brennende Stopine früher aus der Kehle der Rakete herausfällt, ehe sie das Feuer in das Innere der Rakete hineingetragen hat. Bei grösseren Raketen ist daher die Befestigung der Stopine am besten, wie folgt, zu machen. Man sticht auf einer beliebigen Stelle durch die Wand des Kopfes der Rakete neben einander zwei kleine Löcher mit einer starken Nadel, einen Viertelzoll von einander abstehend, durch diese beiden Löcher zieht man von innen des Kopfes aus die beiden Enden eines schwachen, krumm gebognen Messingdrahtes, so dass die beiden Enden äusserlich am Kopfe der Rakete vorstehen, im Innern des Kopfes aber eine kleine Oese oder Schlinge bilden; durch diese Schlinge lässt man das untere Ende der Stopine gehen, zieht und dreht dann die beiden Enden des Drahtes äusserlich am Kopfe zusammen, so wird die Stopine im Inneren des Kopfes festgehalten, und wenn auch die durch den Drath befestigte Stelle der Stopine hier nach dem Anzünden verbrennt, so hält die von der Stopine zurückbleibende Kohle den übrigen Theil der Stopine noch so lange fest, bis sie das Feuer in das Innere der Rakete getragen hat. Eisendraht muss man hierzu nicht nehmen, denn dieser wird, wenn die Raketen einige Zeit liegen, bald vom Rost gänzlich zerfressen.

Man schneidet ferner von trocknem, leichten Holze einen Stab, viereckig, *von einem Ende zum andern gleich stark, hundert bis hundertundzwanzig Kaliber lang,* und nur so dick im Quadrat, dass er höchstens:

für die vier Linien-Raketen ½ Loth,
- - sechs - - **1** bis **1½** Loth,
- - acht - - **2** Loth,
- - zwölf - - **5** bis **6** Loth

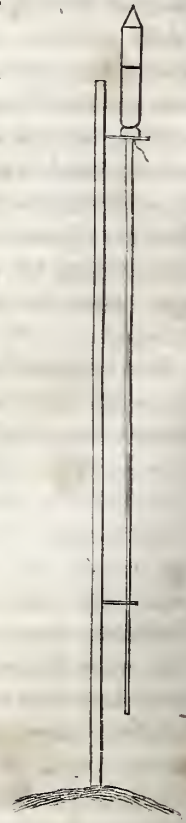
schwer ist. An einem Ende dieses Satzes bindet man die Rakete mit zwei Bindfaden, einen um die Kehle der Rakete, einen nahe an ihrem Ende so an, dass, wenn das andere Ende des Stabes vertikal auf der Erde steht, der Kopf der Rakete nach unten, mit dem Stabe aber ganz gleich vertikal ebenfalls sich befindet; man legt die Rakete mit ihrem Stabe queer über einen Finger und sucht den Punkt, wo die Rakete dem anderen Ende des Stabes das Gleichgewicht hält. Ist dieser Punkt ungefähr eine Dornenlänge von dem Kopfe der Rakete entfernt, so ist es gut, ist er aber ganz nahe an der Rakete,

so ist der Stab zu leicht, und es muss entweder ein etwas dickerer oder ein etwas längerer genommen werden; ist der Punkt weiter von dem Kopfe der Rakete entfernt, so ist der Stab zu schwer, und er muss dünner gemacht werden.

ab ist die Rakete.
cd der Stab,

bei *a* und *b* ist die Rakete an den Stab gebunden.

Um die Rakete anzuzünden, schlägt man einen Pfahl in die Erde, der etwas länger als die Rakete mit ihrem Stabe ist; oben an den Pfahl schlägt man im rechten Winkel einen sechs Zoll langen Nagel oder starken Draht ein, und setzt die Rakete mit dem Kopfe nach unten, da, wo der Raketenkopf den Stab berührt, auf denselben, wo sie von ihrem Stabe in perpendikulärer Schwebung gehalten werden wird. Da aber der geringste Wind den Stab schaukelt, so schlägt man unter dem Nagel etwa im dritten Viertel der Raketenstablänge, noch einen starken Draht ein, der vorn ringförmig zusammengebogen ist; durch diesen Ring steckt man das untere Ende des Raketenstabes, so bleibt diese in ihrer vertikalen Richtung. Man muss sich jedoch durch ein Senkblei genau vergewissern, dass der Ring auch vertikal unter dem Punkte, wo die Rakete aufgehangen, stehe.



Nun brennt man die Stopine an der Rakete an, welche die Rakete inwendig nach der ganzen Länge ihrer Seele hin auf einmal entzündet, wodurch ein so heftiges Feuer aus der Kehle der Rakete strömt, dass diese nach oben in die Luft geworfen wird; der Stab erhält sie dabei in vertikaler Richtung. Die beigefügte Zeichnung stellt eine zum Anzünden fertige Rakete vor.

Satz für die Raketen:

No. 8.	Grobes Mehlpulver	8 Theile,
	Grobe Kohle	3 -

oder:

No. 9.	Salpeter	16 Theile,
	Schwefel	4 -
	Grobe Kohle	9 -

Für eine vier Linien-Rakete bedarf man ohngefähr ½ Loth Satz.
- - sechs - - - - - 1½ - -
- - acht - - - - - 3 - -
- - zwölf - - - - - 7 - -

Allgemeine Bemerkungen über die Raketen und ihre Verfertigung.

§. 73. Man verlangt von einer guten Rakete, dass sie ganz gerade in die Luft steige, und dies sogleich, nachdem sie angezündet worden, ohne zuvor einige Zeit brennend auf dem Nagel zu verweilen; das Steigen selbst muss nicht allzu rasch und nicht zu gewaltsam, sondern mit einer gewissen Ruhe geschehen, und das ausströmende Feuer einen langen schönen Strahl bilden. Hat die Rakete den obersten Punkt ihrer Aufsteigung erreicht, muss sie noch einige Sekunden fortbrennen und erst dann verlöschen, wenn sie sich bereits zum Herabfallen umgewendet hat.

Durch genaue Uebereinstimmung aller Theile der Rakete kann alles dies erreicht, diese Uebereinstimmung aber nur durch vielfach vergleichende Versuche gefunden werden; wie diese anzustellen sind, und was man dabei zu beobachten hat, geht aus dem Nachstehenden hervor.

Sobald eine Rakete angezündet worden, entbinden sich aus dem Satze eine gewisse Menge Gase, welche, ausgedehnt durch die entstandne Hitze, mit einer gewissen Kraft gegen die Hülse und gegen die Zehrung der Rakete drücken; hier finden sie jedoch einen ihrer Kraft angemessnen Widerstand und sind daher genöthigt, zu der Kehle der Rakete auszuströmen; dies geschieht nun mit einer solchen Heftigkeit, dass sie vermöge des Anstosses an die atmosphärische Luft, rückwirkend, die Rakete in die Höhe werfen. Man sieht leicht ein, dass diese Wirkung mehr oder weniger stark sein muss, je nachdem das Verhältniss der Kraft der sich entbindenden Gase mehr oder weniger gross zu dem Volumen der Rakete ist.

Die die Seele der Rakete umgebende Satzwand, welche in einigen Momenten verbrennt, da sie ihrer ganzen Länge nach angezündet wird, bewirkt allein das Steigen der Rakete; der Theil Satz *über* dem Dorne brennt dann ruhig fort, ohne zum Steigen der Rakete weiter etwas beizutragen, und heisst darum die Zehrung, weil die Rakete von dem Augenblicke an, wo die die Seele umgebende Satzwand, verbrannt ist, gleichsam davon zehrt*).

*) Ueber die eigentliche Ursache des Steigens der Raketen haben sich die Physiker lange gestritten. Die von mir hier ausgesprochene ältere Ansicht wird von den neuern Physikern als unrichtig verworfen und das Steigen der Raketen durch die sogenannte *Repulsionskraft* erklärt. Man denkt sich die Kraft der in der Rakete sich entbindenden Gase nach allen Punkten der innern Hülsenwand hin gleichmässig drückend, wobei der Körper in Ruhe bleiben muss; wird nun aber an irgend einem Punkte, den Gasen ein Austritt ge-

Die mindere oder grössere Kraft der Gase, im Verhältniss zu der Grösse der Rakete, wird theils durch die vorhandene Länge der Seele der Rakete, theils durch die mindere oder grössere Weite der Seele, auch theils durch die mindere oder grössere Schwere der Rakete, vielfach modifizirt. Je länger die Seele der Rakete ist, desto mehr Gase werden auf einmal entbunden, und folglich wird auch desto mehr Kraft erzeugt, und umgekehrt. Am meisten wird die Wirkung der Kraft des Satzes durch die Weite der Kehle der Rakete, oder was eins ist, durch die Dicke des Dornes *an seinem unteren Ende* bestimmt. Eine enge Kehle verhindert mehr als eine weite das Ausströmen der sich in der Hülse entbindenden Gase, das Gas muss daher länger an dem Orte, wo Wärmestoff frei wird, verweilen, und erlangt dadurch eine höhere Temperatur, die es mehr ausdehnt, und vermöge dieser grösseren Ausdehnung mit grösserer Kraft wirkt.

Je schwerer ferner die Rakete ist, um desto mehr wird von der sich entbindenden Kraft aufgehoben und für die Wirkung null gemacht.

Um die sich erzeugende Kraft zum Steigen der Rakete bestmöglichst zu benutzen, haben sich die Feuerwerker vielfältig bemüht, die Verhältnisse der Dicke und Länge des die Seele erzeugenden Dornes zu dem Kaliber der Rakete, so wie alle anderen Theile der Rakete, ihre Länge und Schwere etc. genau zu bestimmen und in feste unabänderliche Regeln zu bringen. Nach den Erfahrungen, die ich gemacht habe, braucht man jedoch hierin nicht gar so peinlich zu sein; denn ob die Rakete langsam oder schnell, hoch oder weniger hoch steigt, hängt nicht allein von dem Verhältniss des Dornes, worüber sie geschlagen worden, und ihrer anderen Theile ab, sondern weit mehr von der Qualität des Satzes, mit dem man sie ladet; ein längerer oder dünnerer Dorn erfordert einen fauleren, ein kurzer oder dicker Dorn einen rascheren Satz; eine schwere Rakete mehr, eine leichtere weniger Kraft zu ihrem Steigen. Die Kraft des Satzes lässt sich aber nur durch Versuche, keineswegs durch Berechnungen genau bestimmen.

Die Verhältnisse der Längen und Dicken der Dornen, die ich oben angegeben habe, sind die, welche die Feuerwerker für die besten erkannt haben wollen; nach meinen Erfahrungen kann man jedoch mit gleichem Erfolge auch

stattet, so hört der innere Druck *hier* auf und der Druck äussert nun seine Wirkung nach der diesem Punkte entgegengesetzten Fläche der Hülse, wodurch der Körper nach dieser Richtung hin fort bewegt wird. Die genaue Ermittelung dieses Gegenstandes gehört mehr in das Gebiet der Physik als in das der Lustfeuerwerkerei, weshalb wir uns auch hiebei nicht weiter aufhalten wollen. Ganz *unbedingt* kann ich der neuern Ansicht nicht beitreten, obschon sie auf Grund anderer physikalischer Erscheinungen die richtigere zu sein scheint, ich glaube nehmlich wahrgenommen zu haben, dass die mindere oder grössere Kraft, mit welcher die Raketen steigen, ungemein von der jedesmaligen grössern oder mindern Dichtigkeit der Luft abhängig ist, welche Erscheinung mehr für die ältere Ansicht sprechen würde.

andere Verhältnisse anwenden; da dies aber eine zwecklose Neuerung wäre, so habe ich obige allgemein gebräuchliche Verhältnisse beibehalten.

Je mehr Kohle man zu den Sätzen der Raketen nimmt, desto schwächer, fauler, je weniger Kohle man beimengt, desto stärker, rascher werden sie. Dies *Letztere* gilt im Allgemeinen jedoch blos für die Raketensätze, die nur aus Mehlpulver und Kohle bestehen; bei denen, welche aus Salpeter, Schwefel und Kohle zusammengesetzt sind, hat das Rascherwerden des Satzes durch Verminderung der Kohle seine Grenze. Vermindert man bei diesen Sätzen die Kohle immer mehr und mehr, so kommt man endlich auf einen Punkt, wo der Satz nicht mehr rascher, sondern wieder fauler wird*).

Eine Vermehrung oder Verminderung des Schwefels hat ebenfalls, doch weniger, Einfluss auf die Stärke des Satzes; etwas weniger Schwefel macht den Satz rascher, etwas mehr fauler. Je feiner die Materialien des Satzes pulverisirt sind, desto stärker wird der Satz, und umgekehrt. Eben so hat die grössere oder geringere Reinheit der Materialien einen bedeutenden Einfluss auf die Stärke des Satzes. Aber nicht allein die Qualität des Satzes und die Verhältnisse der Dornen, sondern auch das mehr oder weniger feste Zusammenschlagen des Satzes verändert seine Wirkung; man muss daher auf das Schlagen der Raketen einen besonderen Fleiss verwenden, wie dies alles schon genugsam oben aus dem was der §. **55.** enthält, hervorgehet, so wie ich auch an das erinnern muss, was bei dem Satze No. **3.** im vorhergehenden Paragraph gesagt worden ist. Man kann ausser den oben angegebenen Raketensätzen, auch andere Funkenfeuersätze und auch Doppelsätze für die Raketen gebrauchen, wenn man ihnen durch Zusatz von Mehlpulver oder anderer Mittel die nöthige Raschheit oder Faulheit giebt.

Viele der früheren Feuerwerker haben sich mehr oder weniger damit beschäftigt, die Gewichtsverhältnisse der Materialien der Raketensätze für jeden Kaliber genau zu berechnen und tabellarisch zu ordnen; wie nutzlos aber eine solche Arbeit ist, geht genugsam aus Obigem hervor; am zweckmässigsten ist es, sich zwei oder drei Kaliber nach Belieben auszuwählen und dann die besten Verhältnisse der Materialien des Satzes durch Versuche zu bestimmen, ohne sich ängstlich an das darüber Angegebne zu binden. Wie man dabei zu verfahren hat, um am sichersten und schnellsten zum Ziele zu kommen, werde ich nun weiter zeigen.

Angenommen, man wolle eine gewisse Anzahl acht Linien Kaliber grosse Raketen anfertigen, so wähle man zuvörderst das dazu zu verbrauchende Papier, man schneide einige Bogen davon zu Streifen von der für den Kaliber nöthigen Höhe oder Breite, und rolle davon auf den Winder so viel auf, bis

*) Dieser Punkt tritt dann ein, wenn nicht aller aus dem Salpeter frei werdende Sauerstoff, aus Mangel an Kohle, zur Bildung von kohlensaurem Gase verbraucht werden kann; es entsteht dann ein Flammenfeuersatz daraus.

die entstandne Hülse die Dicke von ein Dritttheil Kaliber hat, und genau in den Stock passt; aus der Anzahl der dazu verbrauchten Papierstreifen berechnet man die Anzahl Bogen, welche die anzufertigende Menge von Raketen bedarf.

Man zerschneidet nun das ganze dazu nöthige Papier in Streifen von der erforderlichen Höhe, und fertigt davon sämmtliche Hülsen; sind die Hülsen gewürgt, gebunden und getrocknet, so bereitet man einige Loth Satz, wie er oben für die Raketen angegeben ist; man nimmt jedoch fürs erste etwas weniger Kohle, nur siebenzehn Loth auf ein Pfund Salpeter, wenn man nämlich den Satz Nr. 9. anwenden will; gebraucht man den Satz Nr. 8. dann nimmt man auf ein Pfund Mehlpulver fürs erste nur etwa zehn Loth Kohle, und schlägt mit diesem Satze eine Rakete. Man macht die Rakete vollkommen fertig, versieht sie mit Stab und Stopine, in allem ganz so und in der Art, wie man willens ist eine gewisse Menge Raketen zu fertigen, hängt die Rakete auf den Nagel und zündet sie an; zerspringt nun die Rakete sogleich ohne zu steigen auf dem Nagel, so ist der Satz zu stark; man fertigt dann wieder einige Loth Satz, wozu man jedoch etwas mehr Kohle, etwa 17½ Loth nimmt, ladet damit wieder eine Hülse und zündet sie an; zerspringt sie abermals, so ist der Satz noch zu stark, und man muss nochmals eine Hülse mit einem Satze, der noch etwas mehr Kohle enthält, laden. Mit diesen Versuchen fährt man fort, bis man einen Satz gefunden hat, der die Rakete nicht mehr zerreisst. Ist man bei diesen Versuchen recht sorgsam verfahren, und hat man den Kohlengehalt des Satzes bei jedem Versuche nur um etwas Geringes nach und nach vermehrt, so hat man nun den für den Kaliber und für das Verhältniss der Seele der Rakete passenden stärksten Satz gefunden. — Sollte die Rakete bei dem ersten hier angegebenen Versuche nicht zerspringen, sondern steigen, so muss man bei dem zweiten Versuche, anstatt mehr Kohle, weniger Kohle nehmen und so fortfahren, bis man einen Satz erhält, von dem die Rakete zerspringt; man vermehrt dann wieder in ganz kleinen Quantitäten den Kohlengehalt des Satzes, bis die Rakete steigt und nicht zerspringt, um den für den Kaliber möglichst stärksten Satz zu finden. Man sieht hieraus, dass man schneller zum Ziele kommt, wenn man für die ersten Versuche den Satz stärker als nothwendig macht, und nach und nach den Kohlengehalt vermehrt.

Bei dem Steigen der Proberaketen giebt man genau Achtung, ob die Rakete auch einen schönen starken Strahl bilde und dadurch einen schönen Anblick gewähre; je stärker der Satz ist, desto höher steigt zwar die Rakete, aber der Strahl ist nicht schön, weil ihr Steigen zu schnell vor sich geht und dem Auge nicht Zeit genug zur Beobachtung lässt; ein fauler Satz giebt einen schönen Strahl, weil die Rakete nicht so schnell steigt, aber er erhebt die Rakete auch nur zu einer geringeren Höhe. Es lassen sich über das mehr

oder minder hohe Steigen der Raketen keine bestimmten Regeln angeben, da dies gänzlich von dem Geschmack des Verfertigers und des Zuschauers abhängt. Der Kenner sieht mehr auf einen schönen Strahl als auf die Höhe, die die Rakete erreicht; der Nichtkenner sieht dagegen mehr auf die von der Rakete erlangte Höhe. Ein schöner Strahl hängt nicht minder von der Qualität der Kohle ab; sehr fein gepulverte und schnell verbrennende Kohle macht keinen langen Strahl, es ist daher gut, zu den Raketen etwas mehr harte und nicht allzufein gepulverte Kohle zu nehmen. Hat man nun den Satz gefunden, der das leistet, was man verlangt, so fertigt man sogleich die ganze Quantität Satz an, die man für die Anzahl der zu fertigenden Raketen bedarf. Man ladet von diesem Satze noch zwei oder drei Raketen und probirt sie; machen diese vollkommen die beabsichtigte Wirkung, so kann man dann sicher sein, dass alle mit dem angefertigten Satze geschlagenen Raketen gut sein werden, wofern sie nur alle gleich fest geschlagen und an Hülse, Stab etc. gleichmässig angefertigt werden. Es ist dessen ungeachtet nothwendig, wenn man zu einer anderen Zeit wieder Satz bereitet für Raketen von demselben Kaliber, einige Raketen zu probiren, ehe man alle ladet, weil leicht ein oder das andere Material von minderer oder grösserer Güte sein kann; man braucht jedoch dann nicht mehr so vielfache Versuche zu machen, sondern man ändert dann nur durch einen Zusatz von Salpeter, Kohle oder Mehlpulver die Qualität des Satzes im Ganzen ab, je nachdem derselbe zu einer Verbesserung von einem oder dem andern Material mehr oder weniger bedarf, wenn seine Wirkung nicht sogleich nach Wunsch ausfallen sollte. Es ist nicht schön, wenn eine Rakete, nachdem sie angezündet worden, einige Sekunden auf dem Nagel verweilt, ehe sie steigt, sie geht dann weit weniger hoch; ein zu fauler Satz oder ungleiches Schlagen sind die Ursachen davon. Die Rakete muss nicht eher verlöschen, als bis sie den höchsten Punkt ihrer Aufsteigung erreicht und sich eben umgewendet hat; verlöscht sie eher, so sieht man sie nicht bis zum höchsten Punkte steigen, verlöscht sie später, so kommt sie brennend zur Erde, beides gewährt einen schlechten Anblick, und hängt davon ab, ob man etwas mehr oder weniger Zehrung über den Dorn geschlagen hat; man findet die richtige Quantität Zehrung sehr leicht durch einige Proben. Die Sätze, die *nur* aus Mehlpulver und Kohle bestehen, brennen in der Regel etwas schneller, als die, welche kein Mehlpulver enthalten, die damit geschlagnen Raketen verlangen daher etwas mehr Zehrung.

Die Feuerwerker behaupten, dass, je grösser der Kaliber der Rakete ist, desto fauler müsse der Satz sein, weil die Erfahrung lehrt, dass grössere Raketen zerspringen, wenn sie mit den für kleinere Raketen passenden Sätzen geladen werden. Diese Erscheinung hat nach meiner Ansicht zwei Ursachen, *erstlich* haben wir in §. 55. gesehen, dass eine grosse Quantität Satz, unter gleichen Umständen der Verbrennung, verhältnissmässig schneller als eine

kleinere verbrennt, die Entwicklung der wirkenden Gase gehet daher in einer grossen Rakete schneller als in einer kleinen vor sich, verglichen mit dem Verhältniss ihrer gegenseitigen Volumen; *zweitens,* leisten die Hülsen der grösseren Raketen gegen die in ihnen drückende Kraft verhältnissmässig einen geringeren Widerstand als die Hülsen der kleineren Raketen, weil mit der steigenden Grösse der Rakete die den Satz umgebende Hülsenfläche nur im Quadrat, die Masse des Satzes aber im Kubus zunimmt. Man könnte zwar die Hülsen so stark machen, dass sie den innern Druck ebenso aushielten und dann könnte auch der Satz stärker sein, aber wegen der dann entstehenden grösseren Volumen und der grösseren Schwere des ganzen Feuerwerkstücks würde man das wieder verlieren, was man mit einem stärkeren Satz erreicht hätte.

Die grossen Raketen steigen in der Regel verhältnissmässig mit geringerer Kraft als die kleinern, was schon beweisst, dass der Satz, mit dem man sie ladet, im Verhältniss zu den kleinern Raketen, zu schwach ist.

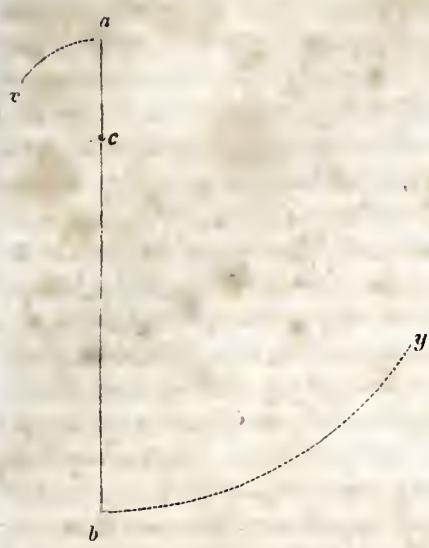
Nicht mindere Aufmerksamkeit, als die Darstellung eines guten Raketensatzes erheischt, hat man auch auf die *Raketenstäbe* zu verwenden und dabei genau nach dem darüber oben Angegebnen zu verfahren. Ich bin in der Angabe der Länge, Dicke und Schwere der Raketenstäbe von der aller anderen Feuerwerker bedeutend abgewichen und halte es daher für nöthig, meine Gründe dazu in Nachstehendem kürzlich darzuthun.

Der Raketenstab hat für die Rakete *zwei* Dinge zu leisten.

Erstens. Der Stab muss die Rakete bei ihrer Ruhe auf dem Nagel lothrecht schwebend erhalten, damit sie diesen ohne alles Hinderniss verlassen kann; dies bewirkt seine Schwere, die Schwere ist aber eine Last für die Rakete, die sie im Steigen hindert, man muss diese Last daher auf alle Art zu vermindern oder auf eine für das Steigen der Rakete vortheilhafte Art zu vertheilen suchen; dies geschieht durch die möglichste Dünne und Länge des Stabes. Je länger der Stab ist, desto leichter kann er sein, um das hier Verlangte zu leisten, und da seine Schwere die Raketen im Steigen mehr oder weniger hindert, so ist es daher gut und zweckmässig, den Stab so lang als möglich zu machen, doch darf er auch nicht zu biegsam und schwankend sein.

Zweitens. Der Stab muss die Rakete während des Steigens in der ihr angewiesnen Richtung erhalten; dies geschieht wie folgt:

Es sei die Linie *a*, *b*, eine im Steigen begriffene Rakete; *b* das untere Ende des Stabes, *c* aber der Punkt, wo die Rakete *a* dem andern Theile des Stabes *c—b* das Gleichgewicht hält. Will nun irgend eine Ursache die Rakete, sobald sie zu steigen beginnt, nöthigen, von ihrer Stellung abzuweichen und z. B. nach der linken Seite zu sinken, so muss sie einen Bogen um den Punkt *c* von *a* nach *x* beschreiben und das andere Ende des Stabes, *b*, den Bogen *b—y* machen, die Beschreibung beider Bogen erfordert aber wegen des



Anstosses an der Luft einen Aufwand von Zeit, der natürlich um so grösser wird, je länger die Linien $c—b$ und $a—c$, oder eine von beiden sind. Je kleiner nun die Zeit der Dauer des Steigens der Rakete gegen die Zeit der Bogenbewegung der Linie $c—b$ und $a—c$ sich stellt, desto geringer muss auch die Abweichung der Rakete gegen die ganze Linie ihrer Aufsteigung werden. Da nun, wie oben bemerkt, der erwähnte Zeitaufwand mit der Länge der die Bogen beschreibenden Linien, oder was eins ist, mit der Länge des Stabes steigt, so ist es klar, dass das, was der Stab hier der Rakete zu leisten hat, um so mehr erreicht wird, je länger er ist.

In allen bisher erschienenen Feuerwerkbüchern findet man die Stäbe oben, wo die Rakete angebunden ist, dicker und nach unten spitz zulaufend angegeben; aus dem Vorhergehenden aber erhellt, dass dies durchaus falsch ist; das dicke Ende des Stabes, das die Rakete tragen muss, nutzt zu gar nichts, es macht die Raketen nur unnöthig schwerer; richtiger würden die Feuerwerker noch verfahren, wenn sie diese Stäbe umdrehten und das dicke Ende des Stabes nach unten zu wendeten. Die Unbequemlichkeit der langen Stäbe beim Aufhängen und Anzünden der Raketen hat die Feuerwerker veranlasst, diese so kurz als möglich zu machen und durch grössere Schwere die fehlende Länge zu ersetzen; da aber ein kurzer Stab durchaus nicht alles das leisten kann, was ein Stab der Rakete zu leisten hat, so thun sie damit sehr Unrecht, und sollten lieber die Unbequemlichkeit langer Stäbe nicht scheuen, da sie durchaus nur auf Kosten der guten Wirkung der Rakete vermindert werden kann.

Die Stäbe, welche ich anwende, haben ohngefähr folgende Verhältnisse:

Für Raketen von vier Linien,	**34**	Zoll lang,	**2**	Linien im Quadrat dick.					
- - - sechs -	**60**	- -	**3**	-	-	-	-		
- - - acht -	**80**	- -	**3½**	-	-	-	-		
- - - zwölf -	**110**	- -	**6**	-	-	-	-		

Die grösseren Raketen machen keine mit der dazu zu verbrauchenden Munition im Verhältniss stehende grössere Wirkung als die kleineren, und sind wegen des Herabfallens der Stäbe ein gefährliches Feuerwerkstück; man wendet daher jetzt auch bei den grössten Lustfeuerwerken selten grössere als zwölf Linien-Raketen an.

Um die mögliche Gefahr, welche die herabfallenden Stäbe bringen können, bei grösseren Raketen zu vermeiden, hat man vorgeschlagen, den Stab aus starken papiernen Hülsen von zehn bis fünfzehn Zoll Länge zusammenzusetzen, da, wo eine Hülse die andere berührt, bei jeder einen kleinen Schlag*) inwendig anzubringen und diese Schläge mittelst einer durch alle Hülsen durchlaufenden Stopine zu verbinden; die Stopine selbst wird mit dem obersten Punkte der Zehrung der Rakete in Communication gesetzt, sie entzündet die Schläge, sobald die Rakete ausgebrannt ist, und so zerspringt der Stab in der Luft in so viel Stücke, als man Hülsen dazu genommen hat. Diese Idee ist gut, aber ihre Ausführung für den Zweck zu umständlich und zu kostbar.

Die früheren Feuerwerker haben die Raketen nicht hohl über einen Dorn, sondern massiv geschlagen und auf einer Drehbank mittelst eines Löffelbohrers ein Loch in den Satz gebohrt, um die Seele der Rakete zu erzeugen; dies geht allerdings, aber man thut es jetzt nicht mehr, da der Arbeit die nöthige Genauigkeit mangelt, und überdem durch die Erhitzung des Bohrers leicht, wie es schon oft geschehen ist, eine Entzündung entstehen kann, die Anfertigung der Raketen auf diese Art auch zeitraubender wird und einen besonderen Apparat zum Bohren erfordert.

Die kleineren Raketen von vier Linien, die man bei grösseren Feuerwerken oft in sehr grosser Menge auf einmal anzündet, wobei die Regelmässigkeit der Wirkung jeder einzelnen nicht in Betracht kommt, kann man auch auf folgende Art verfertigen. Die Rakete wird *massiv*, jedoch nicht allzu fest geschlagen, unten zugewürgt und dann in einen ihrer Dicke zupassenden Stock gesteckt, der auf einem Untersatze steht, welcher *weder Zapfen noch Dorn* trägt. Die Mündung der Rakete steht nach oben, und ihr hinteres Ende ruht auf dem Untersatze. Der Stock muss dreimal so lang als die Rakete sein und folglich zwei Drittheile seiner Länge über die Rakete hervorragen. — Ein hölzerner Winder, genau so dick als die innere Weite des Stockes, trägt an einem Ende einen stählernen Dorn, nebst abgerundetem Zapfen, ganz so, wie er für den Kaliber sonst beschaffen sein muss. Dieser Winder wird nun, mit dem Dorn nach unten gekehrt, oben in den Stock gesteckt, und durch einen starken Schlag auf das andere Ende der Dorn in die Mündung der Rakete hineingeschlagen. Der in den Satz eindringende Dorn erzeugt so die Seele der Rakete, und presst den Satz, nach den Seiten zu, gehörig fest zusammen.

Viele Feuerwerker bedienen sich beim Schlagen der Raketen keines besonderen Untersatzes, der den Dorn trägt, sondern sie setzen den Dorn unmittelbar in den Klotz oder den Tisch ein, worauf sie die Raketen schlagen. Ich halte dies aber nicht für gut, denn man verbiegt den dann unbeweglich fest stehenden Dorn sehr leicht, wenn nicht jeder Schlag auf den Setzer ganz

*) Siehe §. 114.

vertikal geführt wird; eben so ist es nicht gut, die Raketen*) *frei ohne Stock* zu schlagen, was manche Feuerwerker thun. — Denn sind die Hülsen von etwas mürbem Papier gemacht, oder nicht geleimt, so bersten sie sehr leicht entzwei.

Ich habe oft Feuerwerker darüber klagen hören, dass ihnen die Raketen auch bei der sorgfältigsten Anfertigung nie alle gelingen, dass sie zum Theil ohne zu steigen zerspringen, oder zu langsam, oder zu einer nur geringen Höhe steigen. Die Ursache dieser Fehler liegt nach meiner Beobachtung allein in der fehlerhaften Art, wie sie die Raketen anzünden; sie stecken nämlich keine Stopine in die Seele der Rakete, sondern streichen entweder die inneren Wände des Kopfes und die Kehle der Rakete blos mit Anfeuerung aus, oder sie legen queer über den Kopf der Rakete blos ein Stückchen Stopine, deren Feuer den Satz im Innern der Rakete entzünden muss; da nun auf diese Art der Satz in der Rakete nicht in einem Moment der ganzen Länge der Seele nach, sondern nur ein Theil davon, der zu unterst am Kopfe liegt, entzündet wird, und von da sich die Entzündung erst weiter fortpflanzt, so ist natürlich auch die Wirkung des Satzes viel schwächer und ungleich, je nachdem viel oder wenig Satz in einem Moment entzündet wird, weshalb auch der von mir oben angegebene Raketensatz vielen Feuerwerkern zu faul zu sein scheint. Um den Nachtheil, der aus der mangelhaften Entzündung entsteht, zu verbessern, nehmen sie daher raschere Sätze; geschieht es nun, dass durch die Stopine das Feuer zufällig tiefer in die Seele der Rakete plötzlich getragen wird, und die Satzwand, wie es eigentlich sein muss, ihrer ganzen Länge nach sich auf einmal entzündet, so muss die Rakete zerspringen, weil für eine solche regelrechte Entzündung der Satz, den sie gebrauchen, dann zu stark ist.

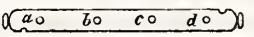
Tourbillon.

§. 74. Ein Tourbillon ist eine mit einem nicht allzu raschen Funkenfeuersatze geladne Hülse erster Art, die eine solche äussere Einrichtung erhält, dass sie, angezündet, ein horizontal sich bewegendes, kreiselndes und dabei perpendiculär aufsteigendes Feuer, einem Wirbelwinde ähnlich, bildet. Man macht die Tourbillons in der Regel nicht unter acht und nicht über zwölf Linien Kaliber.

Verfertigung eines Tourbillon. Man nehme eine Schwärmerhülse, vierzehn bis sechszehn Kaliber lang, würge sie an einem Ende ganz zu und schneide das überstehende Papier ab, so dass die Hülse gar keinen Kopf hat,

*) oder andere Hülsen.

stelle sie auf einen Untersatz, welchem der kleine Zapfen *h* und auch das Zäpfchen *o* fehlt*). Ist dies geschehen, so thut man ein Stückchen zusammengedrücktes Papier in die Hülse und schlägt es fest, damit hier gar keine etwanige Oeffnung bleibe; darauf ladet man sie mit nachstehendem Satze *massiv* so weit voll, dass nur noch ein und ein halb Kaliber von der Hülse leer bleibt; nun schlägt man wieder ein Stückchen Papier auf den Satz fest, würgt darüber die Hülse zu, und bindet das Gewürgte mit einem Bindfaden fest. Das überstehende Papier wird abgeschnitten. Der Satz ist auf diese Weise in der Hülse völlig ohne alle Oeffnung eingeschlossen. Man theilt jetzt die Peripherie der Hülse mittelst eines Zirkels in vier gleiche Theile, und zieht aus den Theilungspunkten längs der Hülse hin, parallel mit ihren Seiten, vier Linien. An einem Ende der Hülse bohrt man auf einer der vier Linien, gerade da, wo unter der zugewürgten Stelle der Satz anfängt, durch die Hülse durch bis auf den Satz ein Loch. An dem andern Ende der Hülse, auf der *entgegengesetzten Linie und Seite,* auch da, wo der Satz anfängt, bohrt man ebenfalls ein Loch, und auf einer der andern beiden Linien werden endlich noch *vier* Löcher in gleicher Entfernung von einander gebohrt; *die beiden Löcher von diesen vieren, die den Enden der Hülse zunächst stehen, müssen ein Drittheil Kaliber weiter von den Enden der Hülse entfernt liegen, als die erstgebohrten zwei Seitenlöcher.* Diese sechs Löcher werden sämmtlich ein Drittel Kaliber weit und nicht allein durch das Papier der Hülse durch bis auf den Satz, sondern noch einen halben Kaliber tief in den Satz hineingebohrt; ihre Richtung muss genau auf die Längenaxe der Hülse zugehen, und mit dieser einen rechten Winkel bilden. Die beigefügte Zeichnung zeigt die Lage dieser Löcher. Man steckt ferner in die vier auf der einen Linie gebohrten Löcher, *a, b, c, d,* kleine Stückchen Stopine, schneidet diese dicht auf der Hülse ab und klebt sie mit ein wenig Anfeuerung fest, damit sie nicht herausfallen, dann verbindet man die vier Löcher mit einander durch eine Stopine, die man über sie längs der Linie, von dem ersten bis zum letzten Loche hinlegt, und klebt sie an beiden Seiten ebenfalls ein wenig mit Anfeuerung fest, über die Stopine wird ein Streifen Papier gekleistert und an beiden Enden zugebogen, so dass die vier Löcher mit ihrer Communicationsstopine ganz und gar mit Papier zugedeckt sind und nur unter sich durch die Stopine in Verbindnng stehen, aber *keinesweges mit den erstgebohrten zwei Seitenlöchern* Gemeinschaft haben.

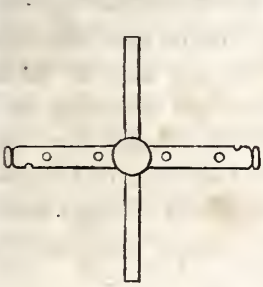


Man schneidet dann ein viereckiges Stäbchen von leichtem Holze, so lang als die Hülse, etwa ein halb Kaliber dick und ein und ein halb Kaliber hoch. In der Mitte dieses Stäbchens wird ein Einschnitt gemacht, und die Hülse

*) §. 62.

queer in diesen Einschnitt auf das Holz festgeleimt, so dass sie mit demselben ein Kreuz bildet, und die vier verdeckten Löcher der Hülse *vertikal nach unten* stehen. Die Verbindungsstopine der vier Löcher geht in dem untern Theil des Einschnittes am Stäbchen durch. Zur Sicherheit bindet man die Hülse noch mit einem Draht kreuzweis an das Holz fest.

Auf die Mitte der untern Seite des Stäbchens wird eine runde, kleine, dünne hölzerne Scheibe geleimt, worauf das Ganze wie auf einem Fusse horizontal ruht. Ist dies geschen, so steckt man auch in die noch offnen zwei Seitenlöcher kleine Stückchen Stopine, und verbindet beide Löcher mit einander durch eine Stopine, die man von einem Loche zum andern laufen lässt, und die man mit einer Hülse zweiter Art überdeckt; da, wo die Stopine sich an den Löchern endet, klebt man sie mit einem Stückchen Papier an die Hülse fest. Will man nun den Tourbillon anzünden, so setzt man ihn, mit der runden Scheibe nach unten gekehrt, auf eine ganz horizontale, glatte ebene Fläche und zündet die, die beiden Seitenlöcher verbindende Stopine in der Mitte an; die in Brand gerathene Stopine entzündet nun die beiden Seitenlöcher, und das aus diesen ausströmende Feuer macht den Tourbillon sich drehen; nach einigen Augenblicken wird aber auch eines der den Seitenlöchern zunächststehenden untern Löcher *von innen aus* entzündet, welches sogleich durch die Verbindungsstopine alle vier untern Löcher in Brand setzt; das aus diesen ausströmende Feuer, hebt den Tourbillon zu einer beträchtlichen Höhe in die Luft, und bildet so eine sehr schöne sich drehende Feuersäule. Die beigefügte Zeichnung zeigt einen Tourbillon, von unten angesehen, ohne die Verbindungsstopinen.



Satz für die Tourbillons.

No. 10.	Salpeter	12 Theile,
	Schwefel	3 -
	Grobe Kohle .	5 -

Sollte der Tourbillon, ehe er ganz ausgebrannt ist, zu steigen aufhören, so ist der Satz zu schwach, und man muss weniger Kohle nehmen, man hüte sich aber, den Satz zu stark zu machen, denn die Wirkung ist bei einem starken Satz bei weitem nicht so schön als bei einem schwachen.

Die in §. 69. angegebenen Fontainensätze, so wie alle weiter unten noch folgenden Funkenfeuersätze und Doppelsätze lassen sich auch für die Tourbillon anwenden, wenn man ihnen die nöthige Raschheit oder Faulheit giebt.

Die Stopine, welche die beiden Seitenlöcher des Tourbillon verbindet, muss an diesen beiden Enden nur mit sehr dünnem, leicht verbrennlichen Papier bedeckt sein, damit das aus diesen Löchern ausströmende Feuer, sobald sich der Satz entzündet, einen möglichst geringen Widerstand findet, sonst kann der Tourbillon gleich nach dem Anzünden zerspringen.

Da der Tourbillon sich sogleich in Bewegung setzt, sobald ein Seitenloch Feuer bekommt, so kann die Verbindungsstopine durch die Schwungkraft der Bewegung von dem Tourbillon abgeschleudert werden, ehe sie das Feuer zur andern Seite hingetragen hat, und der Satz brennt dann hier nicht an; der Satz würde zwar bald durch das zunächst liegende untere Loch, auch in dem nicht entzündeten Seitenloche, Feuer bekommen, aber da in diesem Falle die Präzision der Entzündung fehlt, so ist dies immer ein Fehler, welcher sich dadurch leicht vermeiden lässt, dass man die beiden Seitenlöcher mit Anfeuerungsteige ausfüllt und die beiden Enden der Verbindungsstopine in diese Anfeuerung hineinklebt, wodurch die Stopine fest gehalten wird. Zu mehrerer Festigkeit der Anfeuerung setzt man derselben etwas arabisches Gummi, etwa ein Loth auf ein Pfund Mehlpulver, zu.

Viele Feuerwerker verbinden *alle sechs* Löcher des Tourbillon mit einander, so dass sie *alle auf einmal* in Brand gerathen, dies ist aber fehlerhaft und die Ursache des öftern Misslingens eines Tourbillon, weil dann die ihn in die Höhe hebende Kraft mit der ihn drehenden in einem und demselben Momente eintritt. Wenn sich die *untern* Löcher einige Momente später entzünden als die beiden Seitenlöcher, so dreht sich der Tourbillon erst einigemal im Kreise herum, ehe er in die Höhe gehoben wird, und er steigt dann, nach der Theorie eines sich drehenden Kreisels, weit schöner und grader in die Luft.

Da es für das grade Aufsteigen eines Tourbillon durchaus nothwendig ist, ihn auf einer ebenen, ganz horizontalen Fläche anzuzünden, eine solche Fläche aber nicht überall immer leicht zu beschaffen ist, so kann man folgende sehr zweckmässige Einrichtung treffen; man setzt in die Mitte eines etwa zwei Fuss langen und breiten Klötzchens einen, einen halben bis ein Zoll hohen und eine Linie dicken messingnen Stift ein und bohrt in die Scheibe, auf der der Tourbillon ruht, in deren Mitte ein Loch durch und so tief in das hölzerne Stäbchen des Tourbillon hinein, dass der messingne Stift darin vollkommen aufgenommen werden kann. Das Klötzchen mit dem Stifte wird möglichst horizontal auf die Erde gelegt, und der Tourbillon auf den Stift gesteckt, so dass er sich darauf wie auf einem Zapfen drehen kann. Auch ist es besser, die sechs Löcher in der Hülse des Tourbillon mittelst eines Locheisens *hineinzuschlagen*, und nicht mit einem Bohrer zu *bohren*; durch das Bohren wird das Papier zu sehr aufgelockert, und das Loch brennt bald weiter aus, wodurch der Tourbillon während des Steigens an Kraft verliert; durch das

Hineinschlagen der Löcher drückt sich das Papier an den Wänden der Löcher dagegen sehr fest zusammen und widersteht dem ausströmenden Feuer weit besser.

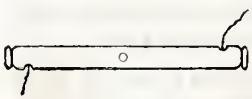
Das hölzerne Stäbchen, auf dem der Tourbillon queerüber gebunden ist, dient dazu, ihn während des Steigens im Gleichgewicht zu erhalten, man sieht daher leicht ein, dass man es auch durch einen zweiten Tourbillon ersetzen kann; so dass zwei Tourbillons kreuzweis an einander befestigt sind und einen *doppelten Tourbillon* bilden, wodurch eine dichtere Feuermasse erhalten wird, wenn beide auf einmal brennen. Man nimmt hierzu der bequemern Arbeit wegen aber nicht zwei Tourbillons, sondern *vier halbe* und befestigt diese an die vier äussern Seiten eines hölzernen, etwa zwei Zoll im Quadrat grossen Klötzchens von ohngefähr ein und ein halb Zoll Dicke; die vier Seitenlöcher der Hülsen werden durch eine Stopine zusammen verbunden, so dass alle auf einmal Feuer bekommen, und die untern Löcher der Hülsen bohrt man so, dass *je zwei der gegenüberstehenden Hülsen* einen einfachen Tourbillon bilden; in die Mitte des hölzernen Klötzchens wird ein Loch gebohrt, welches den Stift aufnimmt, auf dem sich der Tourbillon dreht. Vielleicht könnte man auch *einen* Tourbillon zuerst allein brennen lassen, und den andern Tourbillon so mit dem ersten verbinden, dass er erst Feuer bekommt, wenn der erstere beinahe ausgebrannt ist, der doppelte Tourbillon würde dann zu einer doppelten Höhe steigen; ich habe dies aber noch nicht versucht, und führe dies hier nur als eine Idee an, dabei müsste aber darauf gesehen werden, dass der ganze Körper nicht zu schwer sei, weil der Satz eine doppelte Last in die Höhe zu heben hätte.

Umlaufender Stab, Umläufer.

§. 75. Ein umlaufender Stab ist eine mit Funkenfeuer geladene Hülse, deren an beiden Seiten ausströmendes Feuer die Hülse im Kreise herumdreht, und einen sehr lebhaft sich drehenden feurigen Kreis bildet. Da ihre Wirkung nicht sehr lange währt, so werden die umlaufenden Stäbe bei Feuerwerken einzeln angezündet, selten gebraucht, man wendet sie als Verzierung bei den grössern zusammengesetzten Feuerwerkstücken an, wo sie eine sehr gute Wirkung thun, wenn sie mit Geschmack angebracht sind.

Verfertigung eines umlaufenden Stabes. Man nimmt eine Hülse erster Art, beliebigen Kalibers, jedoch nicht unter sechs, gewöhnlich von acht Linien Kaliber und von zwölf bis fünfzehn Kaliber Länge, ladet sie *massiv* mit einem der unten angegebenen Sätze, bis auf ein und ein halb Kaliber voll, nachdem man zuvor durch einen kleinen Papierpfropf die Kehle der Hülse verstopft hat, oben auf den Satz schlage man wieder ein Stückchen Papier

und würge dann die Hülse zu, sodass der Satz in der Hülse wie bei einem Tourbillon ohne alle Oeffnung eingeschlossen ist. An jedem Ende der Hülse, da wo der Satz anfängt, wird nun gegenüberstehend ein Loch durch die Hülse durch bis auf den Satz, ein Dritttheil Kaliber weit, gebohrt, ebenfalls wie bei einem Tourbillon, in beide Löcher steckt man kleine Stückchen Stopine, die man mit Anfeuerung festklebt. Queer durch die Mitte der Hülse, rechtwinklicht mit den beiden Seitenlöchern, *durch und durch*, bohrt man ferner noch ein Loch, ebenfalls ein Dritttheil Kaliber weit; in dieses Loch leimt man ein Röhrchen von dünnem Blech, damit kein Satz herausfalle, dann nimmt man ein Stück Eisen- oder Messingdraht, etwas dünner als das blecherne Röhrchen weit ist, biegt an einem Ende einen Knopf daran, steckt die Hülse mit ihrem Loche in der Mitte darauf und schlägt den Draht da fest ein, wo der Stab brennen soll.



Die beiden Seitenlöcher werden durch eine verdeckte Stopine mit einander verbunden, die man dann in der Mitte anzündet. Für die umlaufenden Stäbe kann man alle die Sätze anwenden, die ich für die Fontainen angegeben habe, sollten sie aber zu faul oder zu rasch sein, so muss man sie, je nachdem man eine raschere oder langsamere Bewegung des umlaufenden Stabes wünscht, darnach einrichten; durch einen Zusatz von Mehlpulver macht man sie rascher, durch einen Zusatz der funken- oder flammegebenden Substanz fauler. Für die umlaufenden Stäbe sind die Art Sätze, welche ich *Doppelsätze* genannt habe, ganz besonders brauchbar und mitunter von vortrefflicher Wirkung.

Ich lasse nun hier diejenigen Sätze folgen, welche mir für dies Feuerwerkstück die beste Wirkung gemacht haben. Die hier unten angegebenen *Funkenfeuersätze* sind alle etwas *rascher* als die Fontainensätze in §. 69. Die angegebenen *Doppelsätze* sind meist etwas *faul*, sie lassen sich durch einen Zusatz von Mehlpulver sämmtlich rascher machen, aber die Flammenbildung, welche hier insbesondere von Wirkung ist, leidet darunter um so mehr je rascher der Satz gemacht wird. Alle diese Sätze lassen sich mannigfach verändern und dadurch viele Nüanzen für das Auge erzeugen, wie ich dies schon oben bemerkt habe. Ebenso kann man auch für denselben Zweck einige der weiter unten vorkommenden *Flammenfeuersätze, deren Grundmischung der Chlorkalisatz ist,* anwenden, wenn man ihnen durch geeignete Mittel die nöthige Raschheit giebt, da aber das feste Comprimiren dieser Sätze, welche chlorsaures Kali enthalten mit Gefahr verbunden ist*), wenn man nicht mit der äussersten Vorsicht dabei verfährt, so unterlasse ich hier speciellere Angaben darüber zu liefern; wer sich von meinen Lesern damit beschäftigen will, wird ihre Zusammensetzung nach der Art des oben in §. 54. angegebenen Verfahrens leicht selbst erfinden können.

*) Siehe §. 170.

§. 76. *Funkenfeuersätze für die umlaufenden Stäbe.*

No. 11. Grobes Mehlpulver....5 Theile
grobe Kohle.....1 -

Giebt ein gewöhnliches Funkenfeuer.

No. 12. Grobes Mehlpulver....5 Theile
Salpeter.....1 -

Giebt strahlige Funken, ohne besondern Glanz, nimmt sich aber gut aus.

No. 13. Grobes Mehlpulver....5 Theile
Braunstein.....1 -

Giebt strahlige dunkle rothe Funken.

No. 14. Grobes Mehlpulver....8 Theile
Antimon.....1 -

Giebt kleine Funken neben einem blaugrauen Scheine.

No. 15. Grobes Mehlpulver....8 Theile
Goldsand.....1 -

Giebt linsenförmige leichte Funken.

No. 16. Grobes Mehlpulver....8 Theile
doppelkohlens. Natron..1 -

Giebt sehr helle gelbe Funken.

No. 17. Grobes Mehlpulver....5 Theile
feine Stahlfeilspäne ...1 -

Giebt Brillantfeuer.

Für die umlaufenden Stäbe lassen sich nur *fein gefeilte* Stahlspäne oder *sehr fein gepulvertes* Gusseisen anwenden; gestossne Taschenuhrfedern oder gröberes Gusseisen, so wie grobe Feilspäne, wie man sie für die Fontainenbränder gebraucht, machen hier keine Wirkung, sie entzünden sich beim Herausfliegen nicht; die Ursache liegt darin, dass die herausfliegenden Partikeln bei einer sich *drehenden* Hülse zu heftig herausgeschleudert werden und daher den Bereich der Flamme eher verlassen, ehe sie vollkommen glühend oder brennend wurden, dabei auch ihre bereits empfangene Temperatur durch die starke Reibung an der Luft wieder verlieren. Aus eben diesem Grunde macht ein und derselbe Satz für eine sich schnell drehende Hülse angewendet, für das Auge oft eine ganz andere Wirkung, als in einer feststehenden Hülse als unbewegliches Feuer.

§. 77. *Doppelsätze für die umlaufenden Stäbe.*

No. 18. Grobes Mehlpulver....2 Theile
Zink.....3 -

Giebt eine helle bläuliche Flamme und wirft grosse rothe Funken aus. Dieser Satz ist von sehr schöner Wirkung. Nimmt man hiezu *amalgamirten* Zink, so ist der Satz äusserst rasch, nimmt man *granulirten* Zink, so ist er weniger rasch; nimmt man *gefeilten Zink,* so ist der Satz sehr faul*).

No. 19. Salpeter.....3 Theile
feine Kohle.....1 -

Giebt neben vielen kleinen Funken eine bronzefarbene Flamme.

No. 20. Salpeter.....15 Theile
feine Kohle.....3 -
Schellack.....1 -

Giebt eine dunkle orange Flamme.

No. 21. Salpeter.....3 Theile
Kienruss.....1 -

Giebt eine pfirsichblüthfarbne Flamme, ist aber sehr faul.

Jeder dieser 3 Sätze No. 19, 20, 21 muss, ehe man ihn in die Hülsen einladet, mittelst Wasser oder Weingeist zu einem steifen Teige zusammengekneten, dann auf dem Ofen vollkommen getrocknet und dann wieder aufs Neue fein pulverisirt werden; ohne diese Operation würden diese drei Sätze viel zu faul sein, die Ursache ist bereits in §. 55 entwickelt worden.

No. 22. Salpeter.....8 Theile
salpetersaur. Strontian.8 -
Mehlpulver.....8 -
Schwefel.....4 -
feine Kohle.....1 -

Giebt eine kleine rosenrothe Flamme und ist ziemlich rasch; durch einen Zusatz von ein wenig Antimon kann man die Flamme dieses Satzes vergrössern.

No. 23. Mehlpulver.....6 Theile
Salpeter.....12 -
Schwefel.....2 -
Antimon.....3 -

Giebt eine schöne bläulich weisse Flamme.

*) Siehe §. 69.

No. 24.	Mehlpulver	2 Theile
	Salpeter	2 -
	Schwefel	1 -

Giebt eine glänzende röthlichweisse Flamme.

No. 25.	Mehlpulver	5 Theile
	salpetersaures Natron	12 -
	Schwefel	2 -
	Antimon	3 -

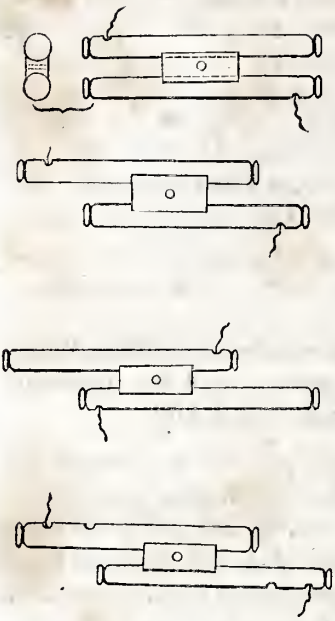
Giebt eine gelbe grosse Flamme; die mit diesem Satze geladenen Hülsen müssen an einem trockenen Orte aufbewahrt werden, weil das Natronsalz etwas die Feuchtigkeit anziehet, wodurch der Satz zu faul wird.

§. 78. Wie bei den Fontainenbrändern ist es auch bei den umlaufenden Stäben zweckmässig, zuerst und zuletzt die Hülse zwei Kaliber hoch mit dem Fontainensatze No. 2. oder No. 3. zu laden, denn da man die in die Hülse gebohrten Seitenlöcher in der Regel nicht immer grade blos durch die Hülse bis auf den Satz bohren oder schlagen kann, sondern diese Löcher gewöhnlich noch etwas in den Satz hineingehen und eine Höhlung im Satze bilden, so wirkt diese kleine Höhlung wie die Seele in einer Rakete und kann leicht Veranlassung geben, dass gleich nach dem Anzünden die Hülse zerspringt, wenn der Satz sehr rasch ist, es ist daher in allen Fällen, wo das Brandloch eine solche Höhlung im Satze bildet, gut, das Feuer mit einem faulen Satze beginnen zu lassen.

Da die Bewegung des umlaufenden Stabes sogleich eintritt, sobald das eine Brandloch Feuer bekommen hat, so kann leicht die Stopine, ehe sie das Feuer in das andere Brandloch getragen hat, durch die Schwungkraft herabgeschleudert werden, es ist daher zweckmässig, die Enden der Verbindungsstopine in die Brandlöcher so zu befestigen, wie ich dies im vorhergehenden Paragraphen bei den Tourbillons angegeben habe.

Die Treibkraft eines Satzes wird vermehrt durch ein enges Brandloch, wie dies bei den Raketen bereits erwähnt wurde, bei Anwendung der Doppelsätze darf man jedoch die Brandlöcher nie unter ein Drittel Kaliber machen, weil sonst eine zu kleine Flamme entstehen würde; wenn es die Treibkraft des Satzes erlaubt, macht man die Brandlöcher der umlaufenden Stäbe gern so gross, wie möglich.

§. 79. Eine sehr zweckmässige Abänderung dieses Feuerwerkstückes bestehet darin, dass man den umlaufenden Stab aus zwei Hülsen verfertiget, und eine hölzerne Nabe, um welche sich der Stab drehen muss, zwischen den Hülsen anbringt; man kann mittelst dieser Einrichtung mit Leichtigkeit nach Belieben grosse oder kleine Flammen und Funkenkreise bilden, je nachdem



die Nabe mehr oder weniger nach den Enden der Hülsen liegt; bei einem solchen, aus zwei Hülsen bestehenden Umläufer bekommt dann *jede* Hülse nur an *einem* Ende *ein* Brandloch, wie die beigefügten Figuren dies deutlich zeigen. Man kann auch, etwa zwei bis drei Zoll unter dem ersten Brandloche der Hülse noch ein Brandloch in die Hülse bohren, und mit einem Stückchen dünnen Papier ganz leicht überkleben; ist der Satz in der Hülse dann durch das erste Brandloch bis zu dem zweiten heruntergebrannt, so durchbricht das Feuer das dies zweite Loch bedeckende Papier, und es entstehen zwei concentrische Feuerkreise, was eine sehr hübsche Wirkung macht. Die mit Doppelsätzen geladenen umlaufenden Stäbe werden von den Feuerwerkern **Blätter-** oder **Flammenrosen** genannt.

Lichtchen, Lichter, Lanzen.

§. 80. Die *Lichtchen* oder *Lanzen* sind dünne Hülsen zweiter Art, welche mit einem Flammenfeuer gefüllt werden; sie dienen dazu, um Namenszüge, Dekorationen, architektonische Gegenstände etc. etc. in Feuer darzustellen, so wie auch verschiedene Verzierungen bei den zusammengesetzten Feuerwerkstücken anzubringen, wie im dritten Abschnitt gelehrt werden wird. Die Anwendung der Lichtchen ist sehr mannigfach, sie werden daher von sehr verschiedenem Kaliber und Länge gemacht, je nachdem sie einen oder den andern Zweck erfüllen sollen; der Charakter ihres Feuers bleibt sich aber immer gleich, sie bilden ein *feststehendes* Flammenfeuer; zuweilen werden sie zwar auch bei beweglichen Feuerwerkstücken angewendet, hier treten sie aber immer nur als eine dem beweglichen Feuerwerkstücke beigegebene Verzierung auf, und bilden niemals an und für sich selbst ein bewegliches oder treibendes Feuer.

Verfertigung der Lichtchen. Man fertigt eine Hülse zweiter Art, von dünnem, weissen, feinen, gutgeleimten Schreibpapier von beliebiger Länge und beliebigem Kaliber; das dazu nöthige Papier wird für alle die Lichtchen, welche nicht über vier Linien im Durchmesser sind, so breit geschnitten, dass

es grade zwei Windungen über den Winder macht; für Lichtchen von einem grösseren Kaliber lässt man das Papier eine Windung mehr machen, und bei Lichtchen über sechs Linien Durchmesser kann die Hülse aus vier bis sechs Windungen bestehen. Die Hülse verbrennt zusammen mit dem Satze. Da nun das Papier das Verbrennen des Satzes mehr oder weniger beschränkt, so ist es nothwendig, die Hülse so dünn als möglich zu machen, wovon weiter unten noch specieller die Rede sein wird; doch dürfen auch im Gegentheil die Hülsen nicht gar zu schwach sein, weil dann das Lichtchen zu zerbrechlich sein würde. Die Dicke der Hülse richtet sich immer nach dem Kaliber des Lichtchens und nach der Stärke des Papiers, welches man dazu verwendet, es können daher hierüber nur diese allgemeinen Regeln angegeben werden. Die Hülse wird an einem Ende zugebunden, oder wie eine Papierdüte zugebogen und mit einem der nachstehenden Sätze wie im §. 63 angegeben, *gestopft*. Oben an der Mündung wird das Lichtchen mit Anfeuerungsteig zugeklebt.

Man verlangt von einem guten Lichtchen, dass die Flamme desselben möglichst gross und rund, nicht spitz noch lang sei, das Lichtchen muss ruhig brennen ohne zu spritzen, zu flackern oder Funken auszuwerfen, die den Satz einschliessende Hülse muss gleichmässig mit dem Satze verbrennen, die Schlacken müssen leicht und vollkommen von der Flamme ausgestossen werden, und dürfen sich nicht an der Mündung des Lichtchens anhäufen, die beabsichtigte Farbe des Feuers muss rein, intensiv, möglichst leuchtend, und ohne Beimischung von andern Nebenfarben sein. Nur bei wenigen Lichtersätzen lassen sich alle diese verlangten Eigenschaften vereinigen, fast jedem Lichtersatze hängt ein oder der andere Fehler an, der, ohne einen anderen Nachtheil zu erzeugen, selten ganz zu beseitigen ist; ich kann indess hierin nur nach meinen gemachten Erfahrungen urtheilen, da die Feuerwerker von Profession in Betreff der bunten Flammenfeuer sehr geheimnissvoll sind, und von dem, was sie hierin Gutes erfanden, einem Andern selten eine aufrichtige Mittheilung machen. Man sieht leicht ein, dass das Material der Hülse, das Papier, welches hier mit verbrennt, auf die Wirkung der Lichtersätze von nicht geringem Einfluss sein muss; ich habe daher auch oben die Art des zu den Lichterhülsen zu verwendenden Papiers und die Stärke der Hülsen angegeben und komme hier nochmals darauf zurück. Alle Hülsen der Lichtchen von einem und demselben Kaliber, die mit einem und demselben Satze gefüllt werden, mache man aus einer und derselben Papierart und lege wo möglich beim Zuschneiden des Papiers alle zu dünnen und zu dicken Bogen bei Seite, damit die Hülsen alle so viel wie möglich gleich stark werden; je sorgfältiger man hiebei zu Werke geht, desto gleichmässiger unter sich werden die Lichtchen dann brennen, was für den guten Effekt, da wo Lichtchen in einer grossen Anzahl auf einmal brennen, sehr wichtig ist. Aus gleichem Grunde werden

die *inneren* Windungen der Lichterhülsen gar nicht gekleistert, sondern blos ein einige Linien breites Rändchen an der äussern Seite des Papierstreifens, so viel als grade nur zum Zusammenhalten der Hülse nöthig ist. Ueberhaupt muss man beim Anfertigen der für die Lichtchen bestimmten Hülsen so wenig Kleister als möglich anwenden; denn die gekleisterte Stelle des Papiers verbrennt natürlich etwas schwerer als das übrige Papier, und es kann daher zu vieler Kleister die Veranlassung geben, dass die Lichtchen nicht ganz gleichmässig, sondern an einer Seite mehr als an der andern herunter brennen. Die Stärke des Papiers, die Anzahl der Windungen desselben, muss nur gerade so sein, dass das Lichtchen die nöthige Steifigkeit hat, um den Satz zusammen zu halten und sich nicht zu verbiegen oder leicht entzwei zu brechen: macht man die Hülsen von zu starkem Papier, oder lässt man das Papier zu viel Windungen machen, so verbrennt die Hülse nicht gleichmässig mit dem Satze, der Satz brennt in der Hülse herab, und eine sich bildende kohlige Röhre an der brennenden Fläche des Satzes verhindert den freien Ausgang der Flamme so, dass man oft nichts als den Rauch von ihr sieht. Je grösser der Kaliber der Lichtchen ist, desto stärker kann man die Hülse machen, weil dann die grössere brennende Fläche des Satzes die stärkere Hülse auch leichter verzehrt; es scheint mir besser zu sein, für Hülsen der grösseren Kaliber ein dünnes Papier zu nehmen und es mehr Windungen nach Erforderniss machen zu lassen, als ein dickes Papier zu wählen und weniger Windungen zu geben, denn es verbrennen bei gleicher Steifigkeit der Hülse mehr Windungen eines dünnen Papiers leichter, als weniger Windungen eines dickern Papiers. Ist das für die Lichtchen zu verwendende Papier sehr dünn, so kann man für die *vier* Linien Lichtchen schon die Hülse von *drei* Windungen machen. Das jetzt allgemein gebräuchliche, sogenannte Maschinenpapier ist für die Lichtchen nicht tauglich, weil das Zeug, woraus das Papier gefertiget wird, viel feiner zerstampft werden muss, als das für das geschöpfte Papier, wodurch ersteres, bei gleicher Stärke, eine weit geringere Festigkeit als das letztere erhält.

§. 81. Der Satz muss so fein als möglich pulverisirt und die Bestandtheile desselben müssen aufs innigste gemischt sein, die Flamme wird dadurch gleichmässiger und ruhiger erhalten; ist der Satz zu grob pulverisirt, so flackert die Flamme, und die groben Theilchen des Satzes werden als Funken ausgeworfen. Das *spitz* und *lang* werden der Flamme bei manchen Lichtersätzen entstehet dann, wenu der Satz solche Materialien enthält, die bei der Verbrennung des Satzes Produkte geben *), welche schwer schmelzbar sind, die Rückstände der Verbrennung setzen sich bei der Verbrennung des Satzes an die innern Wände der Hülse an, und bilden hier eine Art unverbrennlicher

*) Schlacken absetzen.

Röhre, die Flamme wird dadurch verhindert das Papier der Hülse gleichmässig mit der fortschreitenden Verbrennung zu verzehren und kann nicht frei nach allen Seiten hervortreten. Um das Ausstossen dieser Rückstände, der Schlacken, zu begünstigen, streuen manche Feuerwerker hin und wieder einige Körnchen Kornpulver in den Satzcylinder des Lichtchens, welche durch ihre Explosion die Schlacken herausstossen sollen, wie unordentlich aber ein solches Lichtchen brennen, und wie sehr das Mittel der Färbung der Flamme schaden muss, kann man sich leicht vorstellen. Sind die Schlacken, welche der Satz bei der Verbrennung zurücklässt, leicht schmelzbar, so tropfen sie sogleich, wenn sie sich bilden, an der brennenden Fläche ab, und die Flamme behält eine runde Form. Die Feuerwerker nennen dies mehr oder minder gute Abtropfen der Schlacken das *Putzen* des Lichtchens. Könnte man für die Lichterhülsen eine Substanz erfinden, welche bei gleicher Festigkeit leichter verbrennlicher als das Papier wäre, so würde dadurch für den Effekt der Lichtersätze sehr viel gewonnen werden *).

§. 82. *Sätze für die Lichtchen für jeden Kaliber.*

No. 26. *Weiss.*

Salpeter	4	Theile.
Schwefel	1	-
Antimon	1	-

Dieser Satz giebt ein glänzend weisses, etwas ins Bläuliche ziehendes Licht, er hat alle Eigenschaften eines guten Lichtersatzes; obschon er etwas faul und die Flamme etwas klein ist, so macht er doch in der Entfernung eine schöne Wirkung; durch einen Zusatz von einer sehr geringen Quantität Mehlpulver kann man ihn rascher machen, aber das weisse Licht wird davon etwas unrein und die Flamme flackernd.

No. 27. *Blau.*

Chlorsaures Kali	3	Theile.
Schwefel	1	-
Bergblau	1	-

Dieser Satz ist nicht sehr intensiv gefärbt, hat eine kleine Flamme und putzt sich etwas schlecht, weshalb er eben nicht zu den besten Lichtersätzen gehört, wie überhaupt ein *ganz vollkommen* guter blau brennender

*) Herr Doctor Moritz Meyer schlägt deshalb vor, die Lichterhülsen aus dünn gewalzten Zinn oder Blei gleich den Orgelpfeifen zu machen, welche mit der fortschreitenden Verbrennung des Satzes schmelzen und abtropfen würden, ich glaube aber, dass einentheils diese metallenen Röhrchen für den Zweck viel zu kostbar sein würden, und anderntheils würde das Metall selbst als färbend auftreten oder sich zum Theil in Oxyd verwandeln, und dadurch den Uebelstand des Schlackenansetzens, anstatt abzuhelfen, nur vergrössern; bei manchen Lichterfeuersätzen trägt auch das Papier der Hülse zum regelmässigen Fortbrennen des Satzes wesentlich mit bei, indem der sich aus dem Papier bildende, glühende Kohlenrand ein etwaniges Stocken der Verbrennung beseitiget.

Lichtersatz noch nicht erfunden ist; doch macht dieser Satz in der Entfernung eine gute Wirkung und hat ein ganz reines blaues Licht ohne Nebenfarben. Sollte dieser Satz zu faul erscheinen, so nimmt man etwas weniger Bergblau.

No. 28.	*Gelb.*	Chlorsaures Kali	4 Theile.
		Schwefel.....	2 -
		Doppeltkohlensaures Natron	1 -
		Salpetersaurer Baryt.....	1 -

Dieser Satz ist ohne Tadel, von vollkommen guter Wirkung, ein Zusatz von etwas mehr Natronsalz macht ihn fauler, ein Zusatz von etwas Chlorkalisalz oder etwas feiner Kohle, etwa ein Procent, rascher.

No. 29.	*Grün.*	Salpetersaurer Baryt	8 Theile.
		Schwefel.....	3 -
		Chlorsaures Kali....	4 -

Dieser Satz hat wieder alle guten Eigenschaften eines Lichtersatzes, nur die nicht einer intensiven Färbung; die Flamme ist schön und blendend, durch und durch gleichmässig gefärbt, aber die Färbung nur blass meergrün; *allein* gesehen tritt die grüne Farbe wenig hervor, weil das Auge von dem starken Lichte derselben zu sehr geblendet wird, neben andern Farben brennend erscheint die Farbe deutlicher. Dieser Satz ist indess sehr brauchbar und von guter Wirkung, wenn man der schwachen Färbung durch eine geschickte Zusammenstellung mit anderen Farben zu Hülfe zu kommen sucht, wie im dritten Abschnitt näher gezeigt werden wird, er ist ziemlich faul, eine grössere Quantität der Grundmischung macht ihn rascher, die Farbe wird aber dann noch blässer. Die Flamme mögte etwas grösser sein, deshalb setze ich demselben, bei Anwendung in kleinen Kalibern, als flammegebende Substanz *zwei Procent Mastix* zu, wodurch die Flammenbildung besser, doch die Färbung etwas geringer wird, bei Lichtchen von grösserem Kaliber über vier Linien wird dieser Zusatz mit dem Steigen des Kalibers entbehrlicher.

No. 30.	*Roth.*	Salpetersaurer Strontian.....	6 Theile
		chlorsaures Kali.....	4 -
		Lycopodium	1 -

Dieser Satz ist ohne Tadel, er giebt eine schöne grosse Flamme von intensiver Färbung, er ist etwas faul, und lässt sich, ohne der Färbung zu schaden, nicht rascher machen. Diese Lichtchen müssen immer im Trocknen aufbewahrt werden, weil der salpetersaure Strontian die Feuchtigkeit etwas anziehet, wodurch dann der Satz noch fauler wird.

No. 31.	*Brillant.*	Salpeter	4 Theile
		feines Mehlpulver	1 -
		Schwefel	1 -
		gestossenes Gusseisen	1 -

Dies ist ein *Doppelsatz,* die Wirkung desselben ist sehr hübsch, man muss diese Lichtchen dem Auge aber möglichst nahe bringen, in grösserer Entfernung verschwinden die Sternchen, die er auswirft, zu sehr. Das gestossene Eisen muss für diesen Satz hinsichtlich seiner mechanischen Zerkleinerung die Stärke des feinkörnigen Scheibenpulvers haben, man muss auch durchaus *gestossenes Gusseisen* hierzu nehmen, gefeiltes Gusseisen oder Stahlspäne machen diese Wirkung nicht. Zu bemerken ist bei diesem Satze, dass derselbe durchaus kein Antimon enthalten darf*), sonst verschwinden die Sternchen, welche er auswirft, ganz und gar, vermuthlich bildet sich durch Austausch der Bestandtheile des Antimons *Schwefeleisen,* welches dann die beabsichtigte Wirkung nicht mehr leistet.

Die Sätze der Lichtchen, insbesondere die, welche sehr staubig sind, feuchte man vor dem Einladen in die Hülse mit etwas wenigem Weingeist an, sie setzen sich dann dichter und gleichmässiger in der Hülse zusammen, und es bilden sich keine lose gestopfte Stellen, was gern geschieht, wenn der Satz sehr trocken ist, auch werden die Lichtchen dadurch steifer und fester. Bei dem Satze No. 31 nimmt man anstatt des Weingeistes einige Tropfen Terpentinöl, dies schützt vor Verrosten des Eisens längere Zeit. Das Anfeuchten der Sätze muss nur sehr gering sein, nur eben so stark, dass der Satz nicht mehr staubet, denn feuchtet man ihn stärker an, so ziehet sich beim Trocknen der Satzcylinder zusammen, und es bildet sich zwischen dem Satzcylinder und der Hülse ein leerer Raum, oder es entstehen im Satze selbst Risse, wo das Feuer dann eindringt, das Lichtchen verbrennt schneller, ungleich, und stösst auch wohl gar ganze Klümpchen brennenden Satzes aus, besonders ist dies dann der Fall bei Lichtchen von grösserem Kaliber; über diesen Gegenstand findet der Leser noch weiter unten in §. 101. einiges sehr Beachtungswerthes gesagt.

§. 83. Mit wenigen Ausnahmen entzünden sich die Lichtersätze etwas schwer, wenn dies durch den gewöhnlichen Anfeuerungsteig, aus blossem Mehlpulver und Wasser bestehend, mit dem die Mündung des Lichtchens verklebt wird, geschehen soll; es ist daher zweckmässig, einen Viertelzoll oben an der Mündung der Hülse leer zu lassen, diesen Raum mit dem Satze No. 26. zur Hälfte anzufüllen und dann die Hülse erst mit dem Anfeuerungsteige zuzustreichen; da dies aber etwas umständlich ist, so dürfte für die Lichtchen ein

*) Im Fall man meinen sollte, einen gleichen Satz mittelst des ähnlich zusammengesetzten Satzes No. 26. durch Beimischung von Eisen darstellen zu können.

Anfeuerungsteig, bestehend aus *Mehlpulver* und *Chlorkalisatz* zu gleichen Theilen mit einander gemischt mit Wasser angemacht, zweckmässiger sein; diese Mischung ist sehr leicht entzündlich, brennt ohne Explosion, nicht sehr rasch, aber energisch und zündet Alles, was sie berührt, sehr sicher. Für die Lichtchen, deren Satz *salpetersauren Strontian* enthält, darf die Anfeuerung, wenn sie direct auf den Satz kommt, nicht mit Wasser angemacht werden, sondern mit *Weingeist* *), da aber bei Anwendung des Weingeistes diese Anfeuerung nicht hart wird, so muss man derselben etwas Mastixharz etwa zwei bis drei Procent zusetzen, der Mastix wird vom Weingeist aufgelöst und dient hier als Bindungsmittel. Ebenso fand ich als Anfeuerungsteig für die Lichtchen den nachstehenden Satz sehr gut.

No. 32. Chlorsaures Kali .....8 Theile
Schwefel .....2 -
Milchzucker .....1 -

Diese Mischung kann man nach Bedürfniss und Belieben mit Wasser oder mit Weingeist anmachen, sie wird durch beides gleich fest, brennt sanft und zündet sehr sicher.

Die Ursache, dass manchmal der Satz in dem Lichtchen mittelst des Anfeuerungsteiges nicht entzündet wird, was zuweilen bei den Sätzen, welche salpetersaure Metallsalze enthalten, vorkommt, hat in Folgendem seinen Grund.

Wenn der Satz in das Lichtchen geladen ist, und an der Mündung eine glatte, feste Oberfläche bildet, auf welche der Anfeuerungsteig gethan wird, und etwas von der Feuchtigkeit derselben in den Satz hineinzieht, so löst diese Feuchtigkeit etwas von den in dem Satze befindlichen Salzen auf, dies aufgelöste Salz bleibt aber nicht an seinem Platze in dem Satze liegen, sondern es krystallisirt an der Oberfläche des Satzes heraus und macht diese Fläche unter der Anfeuerung unentzündlich, oder doch schwerer entzündlich. Diese Eigenschaft, welche viele Salze besitzen, und bei andern chemischen Arbeiten sich häufig zeigt, nennt man das *Aufblühen* oder *Effloresciren der Salze;* man begegnet diesem, aus dieser Eigenschaft für uns entstehenden Fehler leicht dadurch, dass man die Oberfläche des Satzcylinders in dem Lichtchen, wo die Anfeuerung darauf kommt, nicht ganz fest, und nicht ganz eben, sondern etwas höckricht und lose lässt, damit sich die Anfeuerung etwas zwischen und in den Satz hineindrückt, so dass zwischen der Anfeuerung und dem Satze eine kleine Schicht eines Gemisches von beiden sich bildet. Ist die Anfeuerung mittelst Weingeist angemacht, so kann zwar keine Auflösung der Salze entstehen, aber wenn die Anfeuerung Mastix oder Milchzucker ent-

*) Siehe §. 111.

hält, so können *diese* durch den Weingeist aufgelösten Substanzen ebenfalls zwischen dem Satz und der Anfeuerung eine schwer entzündliche Stelle erzeugen, wenn die Oberfläche des Satzcylinders eine glatte, feste Fläche bildet.

§. 84. Für die meisten Zwecke werden die Lichtchen nicht unter *drei* und nicht über *vier* Linien-Kaliber stark gemacht, erstere *vier und ein halb Zoll,* letztere *fünf und ein halb Zoll lang,* hiervon geht für das Zusammenbiegen des untersten Endes der Hülse und für die Anfeuerung ein halber Zoll ungefähr ab, so dass die drei Linien Lichtchen vier Zoll hoch, die vier Linien Lichtchen fünf Zoll hoch mit dem Satz geladen sind; bei einer grösseren Länge werden die Lichtchen zu biegsam und zu zerbrechlich.

Die Raschheit der hier angegebenen Lichtersätze oder, was eins ist, ihre Brennzeiten sind sehr verschieden, da es aber, wie man weiter unten in §. 119. sehen wird, bei gleichzeitiger Anwendung verschiedenartiger Lichtchen, gut ist, wenn sie alle zugleich verlöschen, so müssen die mit faulern Sätzen geladenen Lichtchen etwas kürzer, als die mit raschern Sätzen gemacht werden, weshalb ich die ungefähren Brennzeiten der obigen Sätze zur Bequemlichkeit des Feuerwerkverfertigers, wie folgt, angebe.

Ein *drei* Linien Lichtchen, welches *vier* Zoll lang geladen ist, brennt mit dem Satze

No. 26.... $1\frac{3}{4}$ Minuten
- 27.... $\frac{5}{6}$ -
- 28.... 2 -
- 29.... 2 -
- 30.... 2 -
- 31.., . $1\frac{1}{6}$ -

Ein Lichtchen von *vier* Linien Kaliber, welches *fünf* Zoll lang geladen ist, brennt mit dem Satze

No. 26.... 2 Minuten
- 27.... 1 -
- 28.... $2\frac{1}{6}$ -
- 29.... $2\frac{1}{6}$ -
- 30.... $2\frac{1}{6}$ -
- 31.... $1\frac{2}{3}$ -

Für ein dergleichen Lichtchen von drei Linien Kaliber, vier Zoll hoch geladen, bedarf man ohngefähr drei achtel Loth, für ein Lichtchen von vier Linien, fünf Zoll lang geladen, beinahe ein Loth Satz.

§. 85. Die Lichtersätze so wie alle Flammenfeuersätze kann man nicht in eine Hülse *erster Art* geladen abbrennen; weil diese nicht mit dem Satze verbrennt, so brennt der Satz in ihr herunter, und man siehet bald die Flamme nicht mehr, die Gasentwickelung ist bei den Flammenfeuersätzen zu gering,

um die Flamme aus einer längern Röhre vor ihre Mündung herauszutreiben, man kann indess das Hervortreten der Flamme auf folgende Art bewirken.

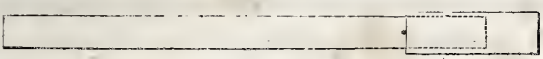
Man nimmt eine Hülse *erster Art* nicht unter acht Linien Kaliber, schlägt einen Vorschlag von Thon hinein, um eine feuerfeste Kehle zu bilden, wie bei den Fontainen gelehrt worden ist, und ladet sie dann massiv mit einem beliebigen Lichtersatze etwa drei Zoll hoch, würgt die Hülse hinter dem Satze zu, oder verschliesst die Hülse mit einem starken Papierpfropf oder einer Ladung Thon. Ist dies geschehen, so bohrt man durch die Kehle hindurch in die Mitte des Satzcylinders der Länge nach ein Loch ganz in der Art, wie die Seele in einer Rakete, aber nur so weit im Durchmesser, dass es eine dünne Stopine aufnehmen kann; in dies Loch steckt man eine Stopine; wird diese angezündet, so entzündet sie gerade, wie es bei den Raketen der Fall ist, den Satzcylinder in der Mitte seiner ganzen Länge hin auf einmal und es bricht dann eine sehr energische, scharf begrenzte lanzenförmige Flamme aus der Kehle mit grosser Heftigkeit hervor; je länger der Satzcylinder ist, desto heftiger brennend ist natürlich diese Flamme. Dergleichen mit Flammenfeuer auf diese Art geladenen Hülsen erster Art lassen sich bei den zusammengesetzten Feuerwerkstücken bei grossen Decorationen*) anwenden und machen eine schöne überraschende Wirkung, welche indess nur kurze Zeit anhält, natürlich nur so lange, als die *Satzwand* des Satzcylinders brennend ausdauert. Die Heftigkeit des Feuers ist so gross, dass die faulsten Flammenfeuersätze, auf diese Art behandelt, gleich den rasehesten Funkenfeuersätzen als treibendes Feuer gebraucht werden können. Anstatt das Loch in den Satz hineinzubohren, kann man auch dergleichen Bränder wie die Raketen über einen passenden Dorn laden.

Leuchtkugeln.

§. 86. Die Leuchtkugeln oder Sterne sind kleinere oder grössere Quantitäten eines mittelst Wasser oder Weingeist zu einem Teige gemachten und dann zusammengeballten Flammenfeuersatzes von verschiedener Form. Die Leuchtkugeln werden grösstentheils nur bei den zusammengesetzten Feuerwerkstücken gebraucht, wo sie vielfältige Anwendung finden, wie im dritten Abschnitt gezeigt werden wird; auch schiesst man sie einzeln gleich einer gewöhnlichen Bleikugel aus einem Gewehr in die Luft; zur Anfertigung derselben ist die cylinderförmige Gestalt die bequemste, doch macht man sie für gewisse Zwecke auch rund, kugelförmig oder würflig, ihre Wirkung bleibt für das Auge dieselbe, welche Form sie auch haben mögen.

*) Siehe §. 122.

Verfertigung der Leuchtkugeln. Man macht aus einem der nachstehenden Sätze mit Wasser einen Teig, so steif, dass er sich nur eben ballen lässt; aus diesem Teige formt man die cylinderförmigen Leuchtkugeln auf folgende Art. Man lasse ein hölzernes oder besser messingnes Stäbchen drehen, gleich einem massiven Setzer, fünf bis sechs Zoll lang und von dem Durchmesser, den die zu fertigenden Leuchtkugeln haben sollen; ferner lässt man einen messingnen Ring oder Röhre von dünnem Messingblech zusammenlöthen und abdrehen, der ebenfalls im Innern den Durchmesser des Stäbchens hat und leicht und willig, jedoch nicht zu lose, auf das Stäbchen passt, so dass man Letzteres durch diese Röhre von beiden Seiten hindurchschieben kann; der Ring oder die Röhre kann zwei Zoll lang sein. Man schiebt die Röhre auf das eine Ende des Stäbchens, und lässt sie vor diesem so weit vorstehen, als die Leuchtkugeln hoch werden sollen; dicht hinter dem Ende der Röhre, welches sich auf dem Stäbchen befindet, bohrt man ein Loch in das Stäbchen, eine oder zwei Linien tief, und schlägt hier einen messingnen Stift von der Dicke einer starken Stricknadel ein, der nicht höher über die Fläche des Stäbchens hervorzuragen braucht, als die Messingstärke der Röhre beträgt. Dieser Stift



dient dazu, dass die Röhre sich nicht weiter auf dem Stäbchen hinterschieben kann. Nun nimmt man das Stäbchen, das Ende, worauf die Röhre steckt, nach unten gekehrt, in die Hand und drückt es mit der Röhre in den, in einem Napfe befindlichen Satzteig fest ein, man streicht dann auf dem Boden des Gefässes hin und zieht das Stäbchen mit der Röhre wieder aus dem Teige heraus, wodurch sich der vor dem Stäbchen vorstehende leere Raum der Röhre mit dem Satzteige dicht angefüllt haben wird, dann hält man die Röhre mit zwei Fingern fest, zieht das Stäbchen aus ihr heraus, dreht es in der Hand um und stösst mit dem umgekehrten Ende den Satzteig aus der Röhre heraus, so ist die Leuchtkugel geformt. Diese Arbeit geht sehr schnell, und man erhält die Leuchtkugeln alle von einer Form und Schwere. Durch Versetzung des Stiftes auf dem Stäbchen kann man nach Belieben die Leuchtkugeln von verschiedener Höhe machen, je nachdem man die Röhre mehr oder weniger vor dem Ende des Stäbchens vorragen lässt. Gewöhnlich macht man die Leuchtkugeln ein Drittel oder ein Viertel höher als ihr Durchmesser ist, für manche Zwecke auch noch höher, je nachdem man sie für eine oder die andere Anwendung geeigneter findet. Das Umdrehen des Stäbchens, um die Leuchtkugel aus der Röhre herauszustossen, bringt einige Zeitversäumniss mit sich, und man beschmutzt sich dabei etwas die Hand; wem dies nicht gefällt, der kann dem Werkzeug folgende Einrichtung geben. Die messingne Röhre wird drei Zoll lang gemacht oder auch länger, je nachdem die Leuchtkugeln gross oder klein werden sollen, und erhält in der Mitte ihrer Länge einen *Schlitz,* etwa eine

halbe Linie weit, und so lang, als die Leuchtkugel hoch werden soll, die Röhre wird an das eine Ende des Stäbchens so weit angeschoben, dass sie noch vor dem Ende des Stäbchens so weit vorragt, als die Höhe der Leuchtkugel betragen soll; da, wo das dem vorstehenden Theile der Röhre entgegengesetzte Ende des Schlitzes sich befindet, wird nun der Stift in das Stäbchen eingesetzt; die Röhre lässt sich dann auf dem Stäbchen nur so weit hin- und herschieben, als der Schlitz lang ist. Nun erfasst man die Röhre mit dem Stäbchen und drückt erstere in den Teig, wodurch sich das Stäbchen so weit in die Höhe stösst, als der Schlitz in der Röhre es erlaubt, der dadurch gebildete leere Raum in letzterer füllt sich mit Satzteig. Zieht man nun die Röhre aus dem Teige, und stösst dann auf das entgegengesetzte Ende des Stäbchens, so fällt die Leuchtkugel heraus. Bei dieser Einrichtung des Werkzeuges beschmutzt man sich weniger, und man verliert auch keine Zeit, aber das Hineindrücken der Röhre in den Teig ist etwas unbequemer, weil man dabei nicht das Stäbchen, sondern blos die Röhre anfassen darf. Sind etwa zwölf bis fünfzehn Leuchtkugeln geformt, so wirft man sie sogleich in ein Gefäss, worin sich einige Loth Satz, bestehend aus

No. 33.	grobem Mehlpulver	32 Theile
	grober Kohle	6 -
	gepulvertem Gummi arabicum ...	1 -

befinden; in diesem Satze wälzt man sie herum, so dass sie davon ganz überzogen werden, nimmt sie dann wieder heraus und rollt sie auf der Hand etwas glatt, damit der Ueberzug sich fester andrücke und nicht herabfalle, wenn die Leuchtkugel trocken geworden ist. Dieser Ueberzug dient der Leuchtkugel als Anfeuerung, und ist besonders für alle die, welche mit Gewalt in die Luft geworfen werden, sehr wesentlich; er kann bis eine Viertel-Linie dick die Leuchtkugel bedecken, wodurch sie natürlich etwas dicker wird, worauf man beim Formen derselben Rücksicht nehmen muss.

Ehe man die Leuchtkugeln anwendet, muss man sie auf einem warmen Ofen mehrere Tage lang austrocknen lassen, denn sie bleiben im Innern sehr lange feucht, wenn sie auch äusserlich schon ganz hart sind.

§. 87. *Sätze für die Leuchtkugeln.*

No. 34.	*Weiss.*	Salpeter	8 Theile
		Schwefel	3 -
		Antimon	2 -

Dieser Satz giebt ein glänzendes weisses Licht, er brennt etwas faul und die Flamme ist etwas klein. Durch einen Zusatz von einigen Procent feines

Mehlpulver wird die Flamme grösser und der Satz rascher, aber die Leuchtkugel verbrennt natürlich auch schneller.

No. 35.	*Gelb.*	Chlorsaures Kali	6 Theile.
		Schwefel	3 -
		Doppeltkohlensaures Natron	1 -

Dieser Satz giebt ein reines glänzendes Gelb, die Flamme bleibt etwas klein, man kann diesen Fehler durch einen Zusatz von fünf bis zehn Procent salpetersauren Baryt verbessern, ohne der Färbung merklich zu schaden, der Satz wird aber dadurch ein wenig fauler. Ein Zusatz von *einem* Theil salpetersauren Baryt zu obigem Mischungsverhältnisse fand ich am zweckmässigsten.

No. 36.	*Blau.*	Chlorsaures Kali	3 Theile.
		Schwefel	1 -
		Bergblau	1 -

Dieser Satz giebt ein reines Himmelblau, sollte er zu faul sein, so nimmt man etwas weniger, sollte er zu rasch sein, etwas mehr Bergblau.

No. 37.	*Grün.*	Salpetersaurer Baryt	40 Theile.
		Chlorsaures Kali	20 -
		Schwefel	10 -
		Kienruss *)	1 -
		Calomel	1 -

Dieser Satz giebt ein ganz reines Meergrün von ausserordentlicher Lichtstärke, die daraus gefertigten Leuchtkugeln brennen etwas schwer an, wie überhaupt dieser Satz etwas faul ist, sie müssen daher sehr gut mit Anfeuerung überzogen werden, durch einen geringen Zusatz von Kienruss wird der Satz merklich rascher und leichter entzündlich, die Färbung aber mit der steigenden Raschheit des Satzes immer blässer. Nimmt man anstatt des Kienruss feine Kohle, so wird die Färbung intensiver, aber der Satz noch fauler.

No. 38.	*Roth.*	Chlorsaures Kali	3 Theile.
		Schwefel	1 -
		Kohlensaurer Strontian	1 -

Dieser Satz giebt ein schönes carmoisinroth, die Flamme ist etwas klein, ein Zusatz von drei bis vier Procent *Mastix* macht die Flamme besser, giebt ihr aber einen Stich ins Orange. Durch mehr oder minder zugesetzten kohlensauren Strontian kann man den Satz nach Belieben rascher oder fauler machen, ohne dass dadurch die Färbung merklich verändert wird.

*) Mit Weingeist gedichtet §. 40.

§. 88. Bei dem Formen der Leuchtkugeln muss man, um den Satzteig zu bilden, nur so wenig als möglich Wasser nehmen, grade nur so viel, dass die Leuchtkugel fest zusammenhält, wenn man sie aus der Form stösst; macht man den Satzteig zu nass, so krystallisiren beim Trocknen der Leuchtkugeln die durch das Wasser aufgelösten Salze an der Oberfläche heraus, überziehen diese mehr oder weniger und die Leuchtkugel wird weit schwerer entzündlich, woraus, wie man weiter unten sehen wird, oft ein grosser Uebelstand entstehet.

Obschon die Leuchtkugeln, aus den hier angegebenen Sätzen geformt, vollkommen hart werden, wenn sie recht trocken geworden, so ist es doch für einige zusammengesetzte Feuerwerkstücke, bei denen die Leuchtkugeln einen starken äussern Druck aushalten müssen, sehr gut, wenn sie noch härter sind; man setzt daher für diese Zwecke dem Satze *zwei Procent arabisches Gummi* zu, was, ohne der Wirkung zu schaden, dem Zwecke vollkommen entspricht. Durch einen grössern Zusatz von Gummi kann man auch den Satz merklich verlangsamen.

§. 89. Die früheren Feuerwerker machten alle Leuchtkugeln *rund, kugelig*, mehr aus Gewohnheit als aus Nothwendigkeit; für ein einziges Feuerwerkstück *) scheinen allerdings die runden, kugeligten Leuchtkugeln besser zu sein, als die cylinderförmigen. Das Formen der runden Leuchtkugeln geschiehet mit der Hand; man macht erst cylinderförmige und rollirt sie in der Hand so lange hin und her, bis sie die Kugelform angenommen haben, es ist dies aber eine eben so langweilige als schmutzige Arbeit, welche ausserdem noch den Nachtheil hat, dass der Satz bei dieser Arbeit sehr nass sein muss, sonst zerbröckelt sich die Kugel in der Hand, hieraus entstehet aber wieder der schon oben berührte Uebelstand, dass die Leuchtkugeln schwerer entzündlich werden; es ist daher besser, die cylinderförmigen Leuchtkugeln erst *ganz trocken* werden zu lassen, und ihnen dann durch Beschneiden der Kanten mit einem Messer die Kugelform zu geben; diese Arbeit gehet eben so schnell, als das Rolliren in der Rand.

§. 90. Im Allgemeinen überziehen die Feuerwerker die Leuchtkugeln mit blossem Mehlpulver als Anfeuerung, aber das blosse Mehlpulver ist bei weitem nicht so gut und für ihre Entzündlichkeit so sicher, als die oben angegebene Mischung von Mehlpulver und Kohle, das blosse Mehlpulver verbrennt zu schnell, obige Mischung brennt langsamer und die darin befindliche grobe Kohle, welche einige Momente fortglüht, zündet die Leuchtkugeln sicherer an. Für diejenigen Leuchtkugeln, welche aus schwer entzündlichen Sätzen bestehen und bei ihrer Anwendung mit Gewalt fortgeschleudert werden, scheint auch obige Anfeuerungsmischung immer noch nicht energisch

*) Die römischen Lichter §. 126.

genug zu sein, ich empfehle daher für diese Sätze oder auch, wenn man will, für alle Arten Leuchtkugeln die nachstehende Anfeuerungsmischung:

No. 39.	Chlorsaures Kali	10 Theile.
	Schwefel	3 -
	Mehlpulver	10 -
	Grobe Kohle	2 -
	Gepulvertes Gummi arabicum	1 -

Das Gummi wird der Anfeuerung darum zugesetzt, damit die Feuchtigkeit der Leuchtkugeln etwas davon auflöst und dadurch diese Anfeuerung besser an der Leuchtkugel haftet.

§. 91. Leuchtkugeln, welche mit Heftigkeit in die Luft geworfen werden, müssen sehr gut und dick mit Anfeuerung überzogen sein, wenn sie sicher anbrennen sollen; ist der Satzteig beim Formen der Leuchtkugeln *wenig* feucht, so bleibt zu wenig Anfeuerung an der Leuchtkugel hängen, wenn sie blos darin herumgewälzt wird; ist im Gegentheil der Satzteig sehr feucht, so verlieren die Leuchtkugeln durch das Herumwälzen leicht ihre Form, was für manche Anwendung derselben sehr nachtheilig ist; will man beiden Fehlern begegnen, so verfahre man wie folgt:

Der Leuchtkugelsatz wird möglichst wenig angefeuchtet und die geformte Leuchtkugel, *ehe* man sie in der Anfeuerung herumwälzt, vollkommen hart getrocknet; dann macht man mittelst Wasser und Anfeuerungssatz einen ganz dünnen Brei in einer flachen Schüssel, rollt eine Leuchtkugel nach der andern darin herum, bis sie vollkommen nass ist, wirft sie dann sogleich, ehe die Feuchtigkeit einzieht, in trocknen Anfeuerungssatz, den man auf einem Bogen Papier etwa einen halben Zoll hoch aufgeschüttet hat, und rollt sie in diesem, mit der flachen Hand auf die Leuchtkugel drückend, hin und her. Der Ueberzug der Anfeuerung wird dann hinlänglich dick die Leuchtkugel bedecken und auch fest daran haften, weil man denselben an die bereits harte Leuchtkugel fest andrücken konnte. Die so überzogenen Leuchtkugeln werden dann nochmals gut getrocknet und zum Gebrauche an einem trockenen Orte aufbewahrt.

§. 92. Will man die Leuchtkugeln aus einem Gewehre in die Luft schiessen, so nimmt man dazu ein möglichst kurzes, und macht die Leuchtkugeln so dick im Durchmesser, dass sie bequem und leicht in den Lauf des Gewehres hineingehen. Die Ladung von Kornpulver darf nicht zu stark sein, sonst gehet die Leuchtkugel *blind*, d. h. sie brennt nicht an; ein Drittel ihrer Schwere ist vollkommen, und bei einem etwas langen Gewehr ein Viertheil ihres Gewichtes hinreichend.

Goldregen.

§. 93. Unter diesem Namen verstehen die Feuerwerker eine andere Art Leuchtkugeln oder Sterne, welche wie folgt verfertigt werden. Man nimmt:

No. 40.	Feines Mehlpulver	2 Theile.
	Salpeter	1 -
	Schwefel	1 -
	Fein zerschnittene, mit etwas *Leinöl* getränkte *Baumwolle*	1 -

Diese Materialien werden mittelst Wasser, sorgfältig gemischt, zu einem Teige zusammengeknetet und aus der Teigmasse kleine dreieckige Pyramiden in Form der Räucherkerzchen gemacht, in Mehlpulver herumgewälzt und dann getrocknet. Diese Körper dienen zu denselben Zwecken, wie die Leuchtkugeln, ich kann aber in ihrer Wirkung weder etwas besonders hübsches, noch weniger etwas goldähnliches finden, sie geben ein schwaches röthliches verwirrtes Feuer ohne Glanz.

Eine ähnliche Wirkung machen Leuchtkugeln, die man mittelst etwas in Wasser aufgelösten Gummi aus *faulen Funkenfeuersätzen* formt. Man nimmt für diesen Zweck gewöhnlich zwei Theile Mehlpulver, gemengt mit einem Theil grober Kohle. In grossen Massen, als Versetzung angewendet, bei grossen Feuerwerken, sind diese Art Leuchtkugeln *), zur Abwechselung des Feuers, nicht ohne Wirkung.

Geschmolzener Zeug.

§. 94. Der *geschmolzene Zeug* bestehet aus einem Gemische von *Salpeter, Schwefel* und *Mehlpulver*, in verschiedenen Mischungsverhältnissen, welches über Feuer zusammengeschmolzen, dann ausgegossen, und nach dem Erkalten in Stücke von beliebiger Grösse zerschlagen wird.

Der geschmolzene Zeug findet in der Ernstfeuerwerkerei verschiedene Anwendung, die älteren Feuerwerker wendeten denselben auch in der Lustfeuerwerkerei häufig an. Ich betrachte indess den geschmolzenen Zeug für unsern Zweck für ebenso entbehrlich, als seine Bereitung gefährlich ist, weshalb ich auch die speciellere Beschreibung der Anfertigung desselben hier unterlasse.

---

*) Von den Feuerwerkern ebenfalls Goldregen genannt.

Theaterfeuer.

§. 95. Zur Beleuchtung von Decorationen und plastischen Gruppen auf Theatern gebraucht man sehr langsam brennende Flammenfeuersätze, die eine starke Lichtentwickelung besitzen müssen, weil die Flamme selbst von den Zuschauern nicht gesehen werden darf, sondern blos das von den beleuchteten Gegenständen reflecktirte Licht. Der anzuwendende Flammenfeuersatz wird zwischen den Coulissen des Theaters, oder, dient er zur Beleuchtung eines Transparents, hinter demselben auf eine Blechtafel in beliebiger Quantität über ein Häufchen ganz lose aufgeschüttet und angezündet, oder auch in einer feuerfesten irdenen Schale abgebrannt.

Die für diesen Zweck gebräuchlichen Sätze sind folgende:

No. 41.	*Weiss.*	Salpeter..	12 Theile.
		Schwefel.	4 -
		Antimon..	1 -

Sollte der Satz zu faul und die Verbrennung stockend sein, so setze man etwas mehr *Antimon* zu.

No. 42.	*Roth.*	Salpetersaurer Strontian....	20 Theile.
		Chlorsaures Kali.....	2 -
		Schwefel.....	5 -
		Antimon.....	2 -
		Feine Kohle.....	1 -

Ein geringer Zusatz von feiner Kohle macht den Satz rascher, wenn er etwas faul oder stockend brennen sollte.

No. 43.	*Grün.*	Salpetersaurer Baryt	8 Theile.
		Chlorsaures Kali....	3 -
		Schwefel.....	3 -

Durch einen geringen Zusatz von *Antimon* oder *Kienruss* kann man den Satz rascher machen, wenn er zu faul sein sollte, doch immer nur auf Kosten der Intensität der Färbung.

No. 44.	*Gelb.*	Salpetersaures Natron	48 Theile.
		Schwefel.....	16 -
		Antimon	4 -
		Feine Kohle	1 -

Durch mehr oder weniger feine Kohle wird dieser Satz nach Belieben rascher oder fauler gemacht.

Die *blaue* Farbe ist für Theaterfeuer noch nicht zweckdienlich dargestellt worden. Man kann zwar nach der Art der blauen Lichter- und Leuchtkugelsätze einen dergleichen blaubrennenden Satz anfertigen, aber man erhält nie einen, dessen Licht und Färbung stark genug ist, um als reflectirtes zu dienen. Die weissen Flammen werden auf den Theatern häufig für blau gehalten, weil das dem Satze beigemischte Antimon der Flamme allerdings einen Stich ins Blaue giebt, der neben dem gelben Lampenlichte um so deutlicher dem Auge erscheint.

Da die Farbe der Flammenfeuersätze am intensivsten ist, wenn die Sätze möglichst faul sind, so werden auch hier hinsichtlich der Färbung des reflectirten Lichtes die faulen Sätze die beste Wirkung machen; ein sehr fauler Flammenfeuersatz brennt aber anfangs, ehe er sich von dem bereits brennenden Theile etwas erhitzt hat, oft sehr stockend, was natürlich der Wirkung schadet; man kann diesem Fehler dadurch sehr zweckmässig begegnen, wenn man auf den faulen Satz obenauf einen kleinen Theil raschen Satz, wozu man die Leuchtkugelsätze nehmen kann, streut, und diesen letztern zuerst anzündet; der brennende raschre Satz heitzt sogleich den darunter liegenden faulen Satz, und wenn dieser etwas erhitzt ist, so verbrennt er dann gut und leicht, ohne an Intensität der Färbung zu verlieren.

Die hier angegebenen Sätze müssen durchaus vor der Abbrennung sehr gut getrocknet werden, sonst brennen sie schlecht oder gar nicht, wenn sie einige Feuchtigkeit angezogen haben.

Die Quantität des Satzes für eine Theaterbeleuchtung ist zwar beliebig, doch darf man nicht zu viel auf einmal auf dem Theater abbrennen, weil der Dampf den Zuschauern zu lästig werden würde, gewöhnlich nimmt man *ein Viertelpfund* Satz, welches für die grösste Theaterdecoration hinreichend ist.

§. 96. Anstatt die Sätze für die Theaterbeleuchtung lose aufgeschüttet abzubrennen, würde es nach meinem Dafürhalten weit zweckmässiger sein, diese Beleuchtung mittelst *Lichtchen* von grossem Kaliber auszuführen, auf Art der *bengalischen Flammen* *), man würde die Beleuchtung dann weit bequemer auf jeden beliebigen Punkt richten und die Länge der Brennzeit genau berechnen können.

§. 97. Der Schwefeldampf, welchen die obigen Sätze zurücklassen, der in geschlossenen Räumen brustschwachen Personen höchst lästig und schädlich wird, ist ein grosser Uebelstand, den man vermeiden kann, wenn man bei den anzuwendenden Flammenfeuersätzen den Schwefel durch einen andern Körper ersetzt; in §. 107. bis 111. wird der Leser verschiedene dergleichen Sätze, die *keinen* Schwefel enthalten, für alle Farben angegeben finden, von denen mehrere an Schönheit der Wirkung den obigen nicht nachstehen und gewiss sehr zweckmässig auf den Theatern oder in sonstigen geschlossenen Räumen

*) Siehe §. 100.

zu gebrauchen wären, da diese Sätze grösstentheils nur einen sehr geringen Rauch verbreiten, der sehr wenig Geruch hat, und die Lunge gar nicht reitzt. Ich habe nie Gelegenheit gehabt, auf einem Theater ihre Wirkung zu versuchen und kann daher hier auch nur auf ihre Anwendung für dergleichen Zwecke aufmerksam machen.

§. 98. Für einen *Feuerregen*, welcher zuweilen auf den Theatern verlangt wird, würde der Satz No. 31 eine sehr schöne Wirkung machen.

§. 99. In Zauberspielen gebraucht man auf den Theatern sehr häufig zur Verzierung der Decorationen **Flammen von brennendem Weingeist**; diese Flammen kann man ebenfalls durch Metallsalze sehr schön färben; man löst zu dem Ende eine beliebige Menge des Metallsalzes in heissem Wasser auf, tränkt mit der Flüssigkeit offene Baumwolle oder Werg, und lässt sie dann wieder vollkommen trocken werden. Die mit dem Metallsalze geschwängerte Baumwolle wird lose zusammengeballt, in eine irdene Schale gelegt, mit Weingeist übergossen und angezündet. Sobald der Weingeist verbrannt ist, darf man nur wieder neuen darauf giessen, ohne die Baumwolle zu erneuen; die Färbungsfähigkeit der Metallsalze reicht hier sehr lange aus. Zur *gelben* Farbe nimmt man *salpetersaures Natron*, zur *grünen salpetersaures Kupfer*, zur *rothen salpetersauren Strontian*, ein sehr schönes *Kornblumenblau* giebt *salzsaures Kupfer**) aber erst dann, wenn der Weingeist beinahe verbrannt ist, anfangs ist die Flamme grün.

Bengalische Flammen.

§. 100. Eben so wie die in den vorhergehenden Paragraphen beschriebenen Theaterfeuer wendet man die Flammenfeuersätze auch an, um eine Gegend, einen Garten, Baumgruppen, Gebäude, Statuen etc. etc. zu beleuchten; man kann hierzu ebenfalls nur solche Sätze gebrauchen, die eine grosse Lichtstärke besitzen, und wenn der Effect gut sein soll, muss man mindestens ein Pfund Satz auf einmal abbrennen; die Flamme selbst sucht man dem Zuschauer ebenfalls zu verbergen; am schönsten ist eine dergleichen Beleuchtung, wenn man Gelegenheit hat, den Satz hinter einem leicht belaubten Strauchwerk abzubrennen. Die besten hierzu anzuwendenden Sätze sind die, welche ich für die Theaterfeuer angegeben habe. Da man für die Beleuchtung einer Gegend etc. etc. die Wirkung gern länger dauernd wünscht, als sie ein lose aufgeschütteter Satz gewähren kann, und im Freien der Zuschauer durch den Rauch nicht belästigt wird, so ist es für diesen Zweck besser, den Satz nicht lose aufgeschüttet zu verbrennen, sondern Lichterhülsen von einem sehr

*) Chlorkupfer.

grossen Kaliber zu machen, und diese mit dem Satze, wie ein Lichtchen, zu laden; da aber die Theaterfeuersätze etwas faul sind, wenn sie in eine Hülse eingeschlossen werden, so nimmt man dazu lieber etwas raschere Sätze, damit die Lichtentwickelung recht stark sei.

Wie den anzuwendenden Flammenfeuersätzen die nöthige Raschheit oder Faulheit zu geben ist, gehet genugsam aus dem oben, bei den angegebenen Sätzen, Gesagtem hervor.

Soll eine solche bengalische Flamme eine recht schöne Wirkung machen, so muss die Hülse einen Durchmesser von mindestens *drei* Zoll haben, die Länge ist beliebig, gewöhnlich macht man sie acht bis zwölf Zoll lang. Die Hülse wird, wie bei den Lichtchen, von Papier, nur gerade so stark gemacht, dass sie den Satz eingeschlossen erhält; ein solches grosses Licht wird an eine Stange horizontal befestigt, und an dem Orte aufgestellt, von dem die Beleuchtung ausgehen soll. Es macht eine sehr gute Wirkung, wenn man die Hülse mit verschiedenfarbig brennenden Sätzen schichtweis übereinander ladet, der Uebergang einer Farbe in die andre, der dann stattfindet, macht eine überraschende Wirkung. Man wähle die Farben etwa so, dass das Licht zuerst weiss, dann roth, dann grün, dann gelb und zuletzt wieder roth brennt. Diese Zusammenstellung nimmt sich gut aus.

§. **101.** Bei dergleichen bengalischen Flammen von sehr grossem Durchmesser kommt es zuweilen vor, dass der Satz, nachdem er einige Secunden gebrannt hat, sich plötzlich auf einmal entzündet und die ganze Satzmasse aus der Hülse brennend herausgeschleudert wird. Dieses höchst gefährliche Verhalten entstehet meines Dafürhaltens aus folgender Ursache: Wenn die salpetersauren Salze, aus denen die für diesen Zweck gebräuchlichen Sätze grösstentheils bestehen, etwas feucht oder wasserhaltig sind und, in den Hülsen eingeschlossen, bei trockner werdender Luft, das enthaltende Wasser gehen lassen, so ziehet sich der Satzcylinder in der Hülse zusammen, und es entstehet zwischen dem Satze und der Hülse ein leerer Raum; hier dringt das Feuer ein, entzündet um und um die Satzmasse, und die sich entwickelnden Gase stossen den brennenden Satz heraus; von je grösserer Dimension nun die bengalische Flamme gemacht ist, um desto grösser wird der sich bildende Zwischenraum zwischen dem Satzcylinder und der innern Hülsenwand werden, und um so leichter dann das Herausstossen des Satzes entstehen; ladet man verschiedene Flammenfeuersätze schichtweise *über einander* in *eine* Hülse, so geschiehet es zuweilen, dass die *letzte* Schicht des eben brennenden Satzes aus der Hülse brennend herausgeworfen wird,

und den darunter liegenden *andern* Satz nicht entzündet, die Ursache hievon hat ebenfalls in Obigem ihren Grund, indem sich durch Zusammenziehung der Satzmasse *einer* Art zwischen ihr und der auf sie folgenden Satzmasse *anderer* Art ein leerer Raum gebildet hatte. Um diese Uebelstände zu vermeiden, thut man daher gut, die bengalischen Flammen nicht von allzugrossem Kaliber zu machen, und um eine grössere Wirkung zu erreichen, lieber mehrere bengalische Flammen von einem kleinern Kaliber, neben einander aufgestellt, zugleich anzuzünden, als eine einzige von sehr grossem Kaliber anzuwenden, so wie auch die gefüllten Hülsen nicht Monate lang aufzubewahren, sondern die Hülsen lieber erst am Tage der Abbrennung oder einige Tage vorher mit dem Satze anzufüllen. Es ist sonderbar, dass das Herausstossen des Satzes, meines Wissens, erst in neuerer Zeit mehreremal vorgekommen ist; ich wage hierüber folgende Erklärung muthmaasslich zu geben. Die frühern Feuerwerker waren nie sehr sorglich hinsichtlich der Reinheit der von ihnen anzuwendenden Materialien, sondern sie nahmen, ohne weitere Prüfung, die salpetersauren Salze, so wie sie selbe eben gerade käuflich bekamen, zu ihren Arbeiten. Diese käuflichen Salze enthielten früher immer Verunreinigungen, der Salpeter immer einige Procent Kochsalz; diese Verunreinigung mit Kochsalz erhielt den Salpeter auch bei trockner Luft immer etwas feucht, daher jenes Zusammenziehen des Satzcylinders nie in dem Maasse stattfand, als wie jetzt, wo fast überall nur chemisch reiner Salpeter verarbeitet wird. In den ältern Feuerwerkschriften findet man für grosse bengalische Flammen, namentlich für die Zwecke der *Ernstfeuerwerkerei,* bei denen dafür angegebenen weissen Flammenfeuersätzen immer Beimischungen von *gebranntem Kalk* oder *Alaun;* nach einigen Schriftstellern sollen diese Beimischungen den Satz ruhiger und sanfter brennend machen und verhindern, dass sich Satzklümpchen losreissen und brennend ausgeworfen werden, dies scheint allerdings schon auf ein früheres Vorkommen der obigen Erscheinung hinzudeuten; durch die Eigenschaft des gebrannten Kalkes, leicht Wasser aus der Luft anzuziehen, so wie durch die grosse Menge Krystallisationswasser, welches der Alaun enthält, und welches bei erhöheter Temperatur frei wird, ist die Wirksamkeit dieser Beimischungen, um das Herausstossen des Satzes zu vermeiden, ganz leicht erklärlich. Nach andern Schriftstellern soll der gebrannte Kalk, als Beimischung zu den Sätzen für bengalische Flammen von sehr grosser Dimension, die Lichtstärke der Flamme ungemein erhöhen; da bekanntlich der gebrannte Kalk in einer sehr hohen Temperatur mit einem sonnegleichem Lichte glühet, so ist dies gewiss unbezweifelt richtig *). Bei bengalischen Flammen von geringem Durchmesser mag die Wirkung des Kalks als Lichtverstärkerer darum sich nicht zeigen, weil die Temperatur

*) Ich erinnere hier an das in neuerer Zeit bekannt gewordene Hydrogengasmikroskop, Knallgasgebläse.

einer kleinen bengalischen Flamme vermuthlich nicht die, für das so starke Erglühen des Kalks nöthige Temperatur liefert.

§. 102. Für grosse bengalische Flammen und überhaupt für grosse Leuchtfeuer wird dieser Satz

No. 45.	Salpeter	32 Theile
	Schwefel	10 -
	Antimon	3 -
	ungelöschter Kalk ...	4 -

von den Feuerwerkern als vortrefflich angegeben, ich selbst habe nie Gelegenheit gehabt, die Wirkung desselben im Grossen kennen zu lernen*).

Nähere Nachweisung über die Darstellung und Anwendung der farbigen Flammenfeuersätze.

§. 103. Wie schon oben in §. 51. bemerkt wurde, ist die Reihe der *Flammenfeuersätze* noch keinesweges als abgeschlossen zu betrachten, im Gegentheil eröffnet sich hier für den denkenden Feuerwerker noch ein weites Feld zu neuen Forschungen.

Ich habe mich eine Reihe von Jahren fast ausschliesslich mit diesem Theile der Wissenschaft, der mir der interessanteste war, beschäftigt, und gebe nun hier eine gedrängte Uebersicht der Ergebnisse meiner vielfältigen Versuche und Erfahrungen. Diese Abhandlung gehörte eigentlich in den §. 51., konnte aber erst hier ihren Platz finden, nachdem der Leser in dem Vorhergehenden die verschiedene Anwendung des Flammenfeuers kennen gelernt hat, es ist daher Alles, was dort über die Sätze gesagt wurde, hier mit ins Auge zu fassen, um den Gegenstand richtig und ganz zu übersehen.

§. 104. Da viele und oft *gerade die schönsten* Flammenfeuersätze Eigenschaften besitzen, welche eine besondere Aufmerksamkeit und Rücksicht bei ihrer Anwendung verlangen, die nicht immer von den Dilettanten der Lustfeuerwerkerei genau beobachtet werden, woraus dann leicht Fehler und mit-

*) In neuerer Zeit hat man versucht, das Licht einer bunten Flamme mittelst eines Hohlspiegels aufzufangen und von demselben auf eine aufgestellte weisse Statue werfen zu lassen, so dass durch das reflectirte Licht nur allein dieser Gegenstand beleuchtet wird. Ich habe die Vorrichtung dazu nicht gesehen, da mir aber die Ausführung der Sache ganz wahrscheinlich und möglich zu sein scheint, so habe ich diese Notiz hier darüber geben wollen.

unter auch Gefahr entspringen können, so habe ich in den vorhergehenden Paragraphen für jede Farbe nur immer *einen* Satz angegeben, nämlich den, der mir für den vorliegenden Zweck unter allen äussern Verhältnissen der sicherste in seiner Wirkung zu sein schien. In Nachstehendem findet nun der Leser noch mannigfache Sätze von dem verschiedenartigsten Flammenfeuer verzeichnet, welche alle brauchbar und mitunter ausgezeichnet schön sind, jedoch bei ihrer Anwendung grösstentheils einer nähern Berücksichtigung der obwaltenden äussern Umstände verlangen, wenn sie von Wirkung sein sollen. Ich habe aus dem Heere von Sätzen, welche ich versuchte, nur *die* hier aufgenommen, deren Brauchbarkeit ich genau erprobte, natürlich sind nicht alle gleich schön und gleich brauchbar, doch ist keiner darunter, der nicht mindestens für *einige*, dabei näher bezeichnete Zwecke von Wirkung und mit Erfolg anwendbar wäre. Zuweilen ist auch ein minder schöner Satz brauchbarer als der schönere, weil man nicht immer im Stande ist, vorkommende obwaltende Uebelstände so zu beseitigen, wie es die Anwendung eines oder des andern Satzes verlangt; zuweilen ist man auch genöthiget, sich mit einem minder schönen Satze zu begnügen in Ermangelung eines oder des andern Materials, zuweilen dient auch ein minder schöner Satz zur Erhöhung des Effects eines andern, und daher ist es für den Feuerwerker angenehm, für ein und denselben Zweck verschiedenartig zusammengesetzte Sätze zu kennen.

§. **105.** Da die Anwendung der Sätze, welche chlorsaures Kali und Schwefel enthalten, wie der Verfolg dieses Paragraphen zeigen wird, immer die Besorgniss rege machen, dass unter gewissen Umständen, welche noch nicht genau ermittelt sind, eine *Selbstentzündung* des Satzes entstehen kann, wie sie bei einigen Mischungen der Art auch wirklich entstehet, so habe ich auf Mittel gesonnen, entweder den *Schwefel* oder das *chlorsaure Kali* in der Lustfeuerwerkerei entbehrlich zu machen. Nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft ist es aber bis jetzt unmöglich, das chlorsaure Kali durch einen minder gefährlichen Stoff zu ersetzen, weil ohne dasselbe das farbige Feuer nur sehr mangelhaft darzustellen ist; die ältere Feuerwerkerei kannte dies Salz nicht, und was sie von farbigem Feuer hervorzubringen vermochte, würde jetzt, nachdem die Darstellung der Flammenfeuer mittelst des chlorsauren Kali in aller Farbenpracht möglich geworden, nicht mehr genügen; dagegen, glaube ich, dürfte der Schwefel in der Lustfeuerwerkerei, mindestens da, wo das chlorsaure Kali angewendet werden muss, durch andere Stoffe zu ersetzen sein.

Der Leser wird hier bei jeder Farbe verschiedene Sätze sowohl für Lichtchen als auch für Leuchtkugeln angegeben finden, welche keinen Schwefel enthalten und eben darum ganz gefahrlos sind; allerdings sind diese Sätze nicht alle so glänzend und so rein von Farbe als die meisten derer, welche

Schwefel in ihrer Mischung enthalten, aber dennoch ist kein wirklich schlechter darunter, und wer würde nicht lieber etwas von dem gewünschten Effect aufopfern wollen, als sich und Andere einer möglichen Gefahr aussetzen*).

§. 106. Ich glaube die Bemerkung gemacht zu haben, dass ein und derselbe Satz nicht immer zu allen Zeiten ein und dieselbe Wirkung für unser Auge macht, oft fand ich heute einen Satz ausnehmend schön, und morgen gefiel er mir weit weniger; liegt dieser Unterschied nun in der veränderten Beschaffenheit der Luft, oder liegt er in der veränderten Disposition unsers Auges, dem sei, wie ihm wolle, gewiss ist es aber, dass ich nie mit Sicherheit habe ermitteln können, welcher Satz unter zweien von, im Wesentlichen, gleicher Art der beste sei, ich habe mich daher genöthiget gesehen, hier mitunter für ein und dieselbe Wirkung mehrere Sätze anzugeben, nämlich die, welche mir als die effectvollsten erschienen, ohne über die mindere oder grössere Schönheit des einen oder des andern entscheiden zu können.

Weisse Farbe.

§. 107. Das **Kalium** giebt bei der Verbrennung eines Satzes, der es enthält, ein *röthlich violettes mattweisses* Licht, da, wo Schwefelgas und Stickstoff vorwalten, verschwindet die röthliche Färbung, und die Flamme wird vollkommen weiss, wir gebrauchen daher zur Darstellung der weissen Farbe am bequemsten das salpetersaure Kaliumoxyd, den *Salpeter*. Ein Gemisch von Salpeter und Schwefel verbrennt, wie schon oben bemerkt wurde, schwer und stockend, es ist daher nöthig, dem Gemisch von einem leicht verbrennlichen Körper so viel zuzusetzen, dass die Verbrennung unterhalten werde; es muss dies natürlich ein Körper sein, der selbst mit keiner Färbungsfähigkeit, oder nur mit der möglichst geringsten auftritt. Fette und Harze, die hier dienen könnten, geben eine gelbliche Farbe, weil bei ihrer Verbrennung Kohlenwasserstoff entsteht; passlicher für unsern Zweck ist ein Zusatz von feiner Kohle oder am bequemsten feines Mehlpulver, weil hierin die Kohle bereits so fein zertheilt ist, wie sie die Flammenfeuersätze bedürfen, und das Pulver ausser der Kohle nur aus Salpeter und Schwefel besteht. So gering man aber auch den Zusatz von Mehlpulver macht, so giebt die darin befindliche Kohle der Flamme des Salpetersatzes immer einen Stich ins Röthliche, man erhält zwar, den Satz für sich allein abgebrannt, eine weisse Flamme, die jedoch deutlich ins Rothe zieht, sobald eine anders gefärbte Flamme neben ihr stehet.

*) Ich überlasse den Feuerwerkern das hier angeregte Feld weiter und besser noch zu bebauen, als ich es bis jetzt im Stande war; meine hierin gemachten Erfahrungen mögen denen, die sich weiter damit beschäftigen wollen, vorläufig als Leitfaden dienen; ich hege die Meinung, dass dieser Gegenstand des weitern Forschens nicht unwerth ist. — Siehe §. 168.

Mischt man

No. 46.	Salpeter.....	4 Theile,
	Schwefel.....	1 -
	feines Mehlpulver	1 -

so erhält man einen vollkommen guten *Lichterfeuersatz*, welcher für sich allein betrachtet weiss erscheint, gegen den Satz No. 26. gehalten siehet man jedoch ganz deutlich, dass die Flamme nicht rein weiss, sondern röthlich gefärbt ist. Man kann diesen einfachen Satz ebenfalls auch für Leuchtkugeln und Theaterfeuer gebrauchen und durch Vermehrung oder Verminderung des beigemengten Mehlpulvers jede beliebige Raschheit oder Faulheit des Satzes erzeugen. Wegen der Eigenschaft der Kohle, das Licht des Salpetersatzes röthlich zu färben, ziehet man in der Regel daher vor, zur Darstellung eines weissen Lichtes dem Salpetersatze anstatt der Kohle *Antimon* zuzusetzen, was hinsichtlich seiner leichten Verbrennlichkeit vollkommen die Stelle der Kohle vertritt. Das Antimon giebt jedoch eine *bläuliche* Färbung, die aber in ihrer Art weit geringer ist, als die rothe, welche die Kohle hervorbringt; ich gebe daher für die weissen Flammenfeuersätze dem Antimon als brennbare Beimischung vor allen andern Stoffen den Vorzug, der dadurch noch erhöht wird, dass das Antimon die Flamme sehr vergrössert und ihr eine, insbesondre für Lichtchen, sehr zweckmässige runde Form giebt; überdem verzeiht das Auge, da wo es weiss sehen soll, lieber einen Stich ins Blaue, als die Andeutung einer andern Farbe. Anstatt der Kohle oder des Antimons wenden manche Feuerwerker *Arsenikschwefel**) an, welcher Körper ganz die Wirkung des Antimons hat, ohne der Flamme einen Stich ins Blaue zu geben; wegen der Schädlichkeit des Arsenikgases, das sich bei der Verbrennung des Satzes zum Theil in arsenige Säure umwandelt, ist aber wohl seine Anwendung zu verwerfen.

Nach einer Angabe von *Berzelius* soll diese Mischung

No. 47.	Salpeter.....	24 Theile
	Schwefel.....	7 -
	Realgar.....	2 -

ein vollkommen weisses Licht von der grössten zu erreichenden Lichtstärke geben; eine sehr grosse Lichtstärke für die Entfernung mag dieser Satz haben, aber die Flamme ist nach meinem Dafürachten nicht vollkommen weiss, sondern ein wenig gelblich**).

*) Realgar.

** Das reinste und stärkste weisse Licht soll man nach *Dr. Moritz Meier* erhalten, wenn man Salpeter schmilzt, und wenn er so weit erhitzt ist, dass er zu zerlegen sich beginnt, dann Schwefelstückchen in der Grösse einer Haselnuss hineinwirft.

Für die weissen Flammenfeuersätze muss man durchaus *chemisch reinen* Salpeter anwenden, alle Verunreinigungen desselben machen die Flamme mehr oder weniger unrein. Das reine weisse Licht lässt sich ohne Salpeter und Schwefel*) nicht darstellen; will man den Schwefel durch einen andern Stoff ersetzen, so wird die Flamme unrein und immer mehr oder weniger schmutzig gelbroth. Ein Gemisch von chlorsaurem Kali und Schwefel giebt ebenfalls eine röthliche Flamme, welche man zwar durch Zusätze von Baryt oder Bleisalzen den röthlichen Schein benehmen kann, aber man erhält dann immer nur ein schmutziges oder mattes, kein reines Weiss; Mischungen von chlorsaurem Kali mit Milchzucker, Stearin, oder andern dergleichen brennbaren organischen Stoffen geben alle mehr oder weniger röthliche Flammen.

Blaue Farbe.

§. 108. Zur Darstellung des *blauen* Lichtes stehen uns folgende Körper zu Gebote. Das *Kupfer,* der *Zink,* das *Antimon.*

Das **Kupfer** giebt nur allein da eine *blaue* Färbung, wo *Chlorgas* bei der Verbrennung des Satzes frei wird und sich Chlorkupfer bilden kann; wir werden daher zur Darstellung der blauen Farbe mittelst Kupfer nur allein den *Chlorkalisatz* als Grundmischung gebrauchen können.

Man kann mittelst Eisen das Kupfer aus seinen Salzverbindungen regulinisch fällen, wobei man es als ein feines Pulver**) erhält; dieses Kupferpulver giebt gemengt mit Chlorkalisatz ein blaues Licht, dies Licht ist indess nicht sehr intensiv gefärbt und hat einen Stich ins rothe, wahrscheinlich kommen hiebei nur die feinsten Kupfertheilchen in den Zustand des Glühens mit blauer Farbe und die gröbern glühen nur mit rothem Lichte nebenbei mit, man wendet daher das metallische Kupfer nicht an, sondern weit zweckmässiger seine Salzverbindungen.

Obschon *alle* Kupfersalze gemengt mit Chlorkalisatz ein blaues Licht geben, so ist die Färbung nicht bei allen gleich schön, bisweilen sehr unrein, weil die Säuren, an welche das Kupfer gebunden ist, zum Theil mit färbend auftreten.

Unter den Kupfersalzen geben die nachstehenden für unsern Zweck die besten Resultate hinsichtlich der Reinheit und Intensität ihrer Färbungsfähigkeit. Die Art der Anwendung derselben bleibt sich für alle im wesentlichen gleich, nur bedarf man, um die nöthige Raschheit oder Faulheit eines Satzes zu erzielen, von einem oder dem andern Salze bald mehr bald weniger, je nachdem das anzuwendende Salz mehr oder weniger voluminös ist***).

*) Oder schwefelhaltige Substanzen, als z. B. Antimon und Realgar.

**) *Kupferbronze.*

***) Aus diesem Grunde wenden auch manche Feuerwerker zwei verschiedene Kupfersalze in *einem* Satze an.

Basisch salpetersaures Kupfer. Wie wir bereits in §. 51. gesehen haben, sind keine Metallverbindungen für unsern Zweck im Allgemeinen von so schöner Wirkung als die *salpetersauren Metallsalze;* die Ursache dieses Verhaltens ist schon dort erklärt worden, es gehet daraus hervor, dass unter allen Kupfersalzen keines zur Darstellung eines blauen Lichtes so wirksam und zweckmässig sein würde, als das *neutrale salpetersaure Kupfer**); aber leider ist dies Salz nicht luftbeständig und enthält eine grosse Menge Krystallwasser, in welchem es bei erhöheter Temperatur zerfliesst und von dem es sich nicht befreien lässt, ohne selbst wieder in Salpetersäure und Kupferoxyd zu zerfallen. Wir sehen uns daher genöthiget, andere Kupfersalze zu benutzen, mit denen man zwar auch recht schöne blaue Färbungen zu erzeugen im Stande ist, doch nie mit der Intensität der Färbung und dem Glanze, welche im Allgemeinen die salpetersauren Salze hervorbringen, und man muss daher zugeben, dass bis jetzt noch kein vollkommener blaubrennender Flammenfeuersatz dargestellt worden ist. Gleichsam als Surrogat des neutralen salpetersauren Kupfers wende ich das basisch salpetersaure Kupfer an, es giebt ein sehr schönes glänzendes Blau und ist besonders in der Entfernung für Leuchtkugeln von sehr schöner Wirkung, obschon die Intensität der Färbung stärker sein mögte.

Das **kohlensaure Kupfer,** welches wegen seiner leichten Darstellungsweise am häufigsten angewendet wird, giebt eine fast sattere blaue Färbung als das vorhergehende Salz, die Färbung ist aber von geringerem Glanze und etwas *grau;* wendet man dies Salz als kohlensaures *Kupferoxydhydrat* an**), so erhält die Flamme einen grössern Umfang und einen grössern Glanz, die Färbung ist aber weit blässer; die Ursache hiervon liegt unstreitig darin, dass das Krystallwasser hier als Wassergas entweicht und die Färbung vermöge seines Volumens als glühendes Gas verringert. Das kohlensaure Kupfer muss vollkommen rein ausgewaschen werden, enthält das Salz nur noch eine geringe Spur des Fällungsmittels, so erhält man, war das Fällungsmittel Pottasche, ein ins Rothe spielendes Licht, war das Fällungsmittel Natron, eine gänzlich unreine, fast gar nicht mehr blaue Färbung.

Das **Bergblau** verhält sich ganz so wie das kohlensaure Kupfer mit noch reinerer Färbung; es ist besonders wegen seiner Luftbeständigkeit und schweren Zerleglichkeit anwendbar, wie man weiter unten noch näher sehen wird.

*) Es ist jedoch noch die Frage, ob nicht bei der Zerlegung der Salpetersäure eine, für das Erscheinen der *blauen* Färbung, zu hohe Temperatur entstehen würde, auf Grund eines merkwürdigen Verhaltens der Kupfersalze in Verbindung mit Salpetersatz, deren weiter unten in diesem Paragraphe Erwähnung geschichet.

**) D. h. nach dem Fällen nicht erhitzt, in dem Zustande, wo es noch die grüne Farbe hat, siehe §. 19.

Das basisch schwefelsaure Kupfer kann die Stelle des kohlensauren Kupfers vertreten, die Wirkung desselben scheint in einigen Fällen besser, als die des ersteren Kupfersalzes zu sein.

Das basisch salzsaure Kupfer verhält sich sehr ähnlich dem basisch salpetersauren Kupfer; die Färbung davon ist noch etwas tiefer, und es giebt einen recht schönen Glanz. Von ganz vortrefflicher Wirkung ist das *neutrale salzsaure Kupfer**), aber dieses Salz ist leider nicht luftbeständig und daher für unsern Zweck ganz unbrauchbar; eine ebenso schöne Wirkung macht das gewöhnliche *schwefelsaure Kupfer***), aber es ist nicht brauchbar, weil es Wasser enthält, von dem es sich zwar durch Erhitzen befreien lässt, es aber bald wieder aus der Luft anziehet. Wird ein dergleichen Satz mittelst des gewöhnlichen käuflichen *blauen Vitriols* dargestellt, und z. B. für Leuchtkugeln verwandt, so kann man diese zwar ganz trocken erhalten, wenn man sie an einem warmen, trocknen Orte aufbewahrt, aber es ist eine dergleichen Mischung äusserst gefährlich, indem sie sich leicht von selbst entzündet***).

Das für die eben angeführten Kupfersalze zweckmässigste Mischungsverhältniss des mit denselben darzustellenden Flammenfeuersatzes ist das in dem Satze No. 36. angegebene; eben sowohl für Lichtchen als für Leuchtkugeln, eine grössere oder geringere Quantität des Kupfersalzes macht den Satz rascher oder fauler. Für *Lichtchen* bleibt die Flamme immer sehr dürftig und lässt sich, ohne der Färbung merklich zu schaden, nicht gut verbessern, ein Zusatz von Schwefel oder drei bis vier Procent Mastix bringt eine bessere Flamme hervor, aber die Färbung wird unrein, blass und röthlich an den Spitzen der Flamme. Für Theaterfeuer und bengalische Flammen sind diese Sätze nicht anwendbar, weil sie fast gar nicht mit ihrer Farbe reflectiren.

Das essigsaure Kupfer giebt in gewissen Verbindungen ein sehr schönes tiefes Blau, aber die Flamme ist nie durch und durch gefärbt, sie ist immer mit Nebenfarben umgeben, welche von dem bei der Verbrennung der Essigsäure sich bildenden *Kohlenwasserstoffgas* entstehen. Für *Lichtchen* von grossem Kaliber ist diese Mischung

No. 48. chlorsaures Kali ... 4 Theile,
Schwefel ..... 2 -
Grünspan ..... 3 -

ziemlich brauchbar. Dieser Satz giebt ein ganz tiefes Blau, jedoch nur an den Rändern und an der Spitze der Flamme, nach unten zu, an der Mündung

*) *Chlorkupfer.*

**) *Blauer Vitriol.*

***) Der blaue Vitriol ist ein neutrales Salz, welches sich, gemengt mit Chlorkalisatz, bei vorhandener Feuchtigkeit leicht zerlegt, indem ein Theil seiner Schwefelsäure das chlorsaure Kali zersetzt, und dadurch eine Selbstentzündung veranlasst.

des Lichtchens ist die Flamme *gelb,* auch hat die Flamme eine lange schlechte spitze Form und putzt sich sehr schlecht; ein Zusatz von drei bis vier Procent *Antimon* verbessert diese Fehler jedoch nur auf Kosten der Färbung. Obschon das Blau, welches dieser Satz giebt, in der Nähe gesehen, sehr schön ist, so verschwindet doch in der Entfernung die Färbung gar sehr und wird durch die gelblichen Nebenfarben dem Auge entzogen; von viel besserer Wirkung für die Entfernung, obschon in der Nähe anscheinend viel schwächer gefärbt, ist der Satz No. 36. Für Leuchtkugeln und Theaterfeuer konnte ich mittelst des essigsauren Kupfers kein genügendes Resultat erhalten, das sich bildende Kohlenwasserstoff macht die blaue Färbung für diese Zwecke fast ganz verschwindend.

Das schwefelsaure Ammoniakkupfer giebt vielleicht die schönste und beste Färbung unter allen Kupfersalzen und die beste grösste Flamme, welche durch das bei der Verbrennung entweichende Ammoniakgas gebildet wird, aber dieses Salz ist nicht luftbeständig, es zerlegt sich nach kurzer Zeit und macht dann keine Wirkung mehr. Für *Lichtchen* fand ich dies Salz in dieser Verbindung am schönsten:

No. 49.	chlorsaures Kali	4 Theile,
	schwefelsaures Ammoniakkupfer	2 -
	Schwefel	1 -

besonders für Lichtchen von einem grossen Kaliber, in sehr enge Hülsen geladen, putzt sich der Satz zu schlecht. Für Leuchtkugeln ist dieser ähnliche Satz von sehr schöner Wirkung

No. 50.	chlorsaures Kali	12 Theile,
	schwefelsaures Ammoniakkupfer	5 -
	Schwefel	3 -

Dieser Satz muss behufs des Formens der Leuchtkugeln mit Weingeist angemacht werden, denn nähme man Wasser, so würde sich das Kupfersalz zerlegen. Diese Leuchtkugeln müssen immer sehr trocken und überhaupt nicht lange aufbewahrt werden, sie brennen bald schlechter, die Färbung wird grau, und die Flamme klein, weil das Ammonium nach und nach entweicht. Für Theaterfeuer giebt auch dieser Satz kein genugsam reflectirendes Licht.

Alle andern Kupfersalze geben entweder schlechtere, wenigstens nicht bessere Färbungen, oder es sind zerfliessliche, nicht luftbeständige Salze. *Arsenigsaures Kupfer**) wird von manchen Feuerwerkern angewendet; wegen der Schädlichkeit der darin enthaltenen *arsenigen* Säure, welche bei

*) Kaisergrün.

der Verbrennung des Satzes gasförmig entweicht, ist die Anwendung dieses Kupfersalzes verwerflich.

Die Kupfersalze geben sämmtlich *keine blauen*, sondern nur *grüne* Färbungen, wenn man sie, mit Salpetersatz gemengt, anwendet, weil zur Entstehung der blauen Farbe durchaus Vorhandensein und Freiwerden von *Chlor* nothwendig ist. Das Freiwerden des Chlors bei Anwendung des Chlorkalisatzes beruhet lediglich auf dem Vorhandensein von Schwefel, indem bei der nöthigen Temperatur sich der Schwefel des Kaliums bemächtiget und die an dasselbe gebundene Chlorsäure austreibt, welche dann in Sauerstoff und Chlor zerfällt. Wird in einem dergleichen Satze der Schwefel durch einen andern brennbaren Stoff ersetzt, so entstehet keine blaue, sondern eine grüne Färbung, weil dann kein Chlor frei wird, indem nämlich bei der Verbrennung das in der Chlorsäure an den Sauerstoff gebundene *Chlor* sich, sobald sich die Chlorsäure zerlegt, mit dem Kalium zu *Chlorkalium* vereiniget und also nicht frei werden kann; will man daher einen blau brennenden Flammenfeuersatz mittelst Kupfersalzen *ohne Schwefel* darstellen, so kann dies nur dadurch geschehen, dass man dem Satze eine Substanz zusetzt, welche sich des Kaliums oder des Kali, gleich dem Schwefel, bemächtiget und das Chlor gasförmig austreibt. Da das Kalium unter allen Umständen entschieden basisch sich verhält, so kann diese Substanz nur eine Säure sein*). Diese Säure muss aber für unsern Zweck mehrere wesentliche Eigenschaften besitzen, sie muss feuerbeständig sein, damit sie nicht selbst zerlegt werde, sie darf daher keine Pflanzensäure sein, sie muss im festen trocknen Zustande dargestellt werden können, sie muss eine grössere Affinität zu dem Kali haben, als das Chlor, um das Chlor aus dem Kalium zu verdrängen und sich an dessen Stelle zu setzen, sie darf selbst mit keiner eigenen der blauen Farbe nachtheiligen Färbungsfähigkeit auftreten. In dem ganzen Gebiete der Chemie finden wir aber fast keine einzige Säure, welche diese nothwendigen Eigenschaften alle besitzt. Die Boraxsäure ist die einzige, welche diesem Zweck einigermaassen entspricht, aber sie ist wegen ihrer grossen Voluminösität im trocknen Zustande nicht anwendbar, man bedarf, um die beabsichtigte Wirkung zu erreichen, eine zu grosse Quantität, welche dann die Verbrennung des Satzes zu sehr hemmt. Aus diesem Grunde ist man genöthiget, die zu obigen Zwecken zuzusetzende Säure an eine Basis gebunden anzuwenden; diese Basis darf nun aber ebenfalls wieder die Verbrennung nicht stören, noch mit eigener Färbungsfähigkeit auftreten, ferner muss sie zu der Säure, welche an sie gebunden ist, eine geringere Verwandtschaft haben, als das Kali, damit das Kali im Stande ist, sich der Säure zu bemächtigen und sich an die Stelle ihrer Basis zu setzen. Für diesen Zweck sind die Ammoniaksalze ganz geeignet.

*) Oder eine Substanz, welche hier als eine Säure auftritt.

und unter denselben das *salzsaure Ammoniak**) und das *phosphorsaure Ammoniak* die wirksamsten; beide Salze enthalten starke Mineralsäuren, welche nur lose an ihre Basis, das Ammoniak gebunden sind, und diese Basis ist gasförmig, sobald die Säure sie verlässt. Mischt man chlorsaures Kali mit irgend einem Kupfersalze**) und setzt irgend einen brennbaren Stoff, Schwefel ausgenommen, zu, so erhält man, wie schon bemerkt, keine blaue Färbung, setzt man diesem Satze ein wenig Salmiak oder phosphorsaures Ammoniak zu, so entstehet sogleich die blaue Färbung; die Salzsäure des Salmiaks, oder die Phosphorsäure des phosphorsauren Ammoniaks trennt sich nämlich bei erhöheter Temperatur von ihrer Basis, dem Ammoniak, und bemächtigt sich der Basis des chlorsauren Kali, des Kalis; hiebei wird die Chlorsäure frei, durch die brennbare Substanz ihres Sauerstoffs beraubt, es entweichen Chlor und Ammoniak gasförmig, und das Kupfersalz giebt nun ein blaues Licht mittelst des frei gewordenen Chlorgases.

Das entweichende Ammoniakgas scheint bei diesem Verbrennungsprozesse noch ganz besonders zur Bildung einer grossen Flamme wirksam zu sein; ferner scheint es auch, dass das Kupfer im Ammoniakgase allein, auch eine blaue obschon veränderte Färbungsfähigkeit besitzt, denn das Blau, welches das Kupfer da giebt, wo kein Ammoniak vorhanden ist, hat eine ganz andere Nüance als in dieser eben angeführten Verbindung.

Der beste und schönste nach dieser Theorie ausgeführte Satz ist nach meiner Ansicht für *Leuchtkugeln* dieser

No. 51.	chlorsaures Kali	4 Theile,
	Milchzucker	2 -
	basisch salzsaures Kupfer	1 -
	Salmiak	1 -

Die daraus gefertigten Leuchtkugeln müssen aber immer im Trocknen aufbewahrt werden, sonst ziehet der Salmiak Feuchtigkeit an und wirkt dann auf das Kupfersalz indem er sich zerlegt, es tritt ein Theil der Salzsäure des Salmiaks an das Kupfer, bildet damit *neutrales* salzsaures Kupfer und ein Theil Amoniak entweicht, die Wirkung des Amoniaks gehet verloren, das gebildete salzsaure Kupfer ziehet Feuchtigkeit an, die Leuchtkugeln werden weich und brennen bald gar nicht mehr. Dauerhaftere, obschon nicht so schön gefärbte Leuchtkugeln werden erhalten, wenn man anstatt des basisch salzsauren Kupfers *Bergblau* nimmt; auf dieses Kupfersalz scheint der Salmiak auch bei feuchter Luft nicht, oder doch viel weniger, einzuwirken, es ist daher das Bergblau, in allen den Fällen, wo man nicht mit aller Sicherheit diese Leucht-

*) *Salmiak.*

**) Einige ausgenommen, von denen weiter unten die Rede sein wird.

kugeln vor aller Feuchtigkeit schützen kann, andern Kupfersalzen für den vorliegenden Zweck vorzuziehen. Alle andern oben angeführten Kupfersalze verhalten sich in dieser Hinsicht wie das basisch salzsaure Kupfer. Diese Art Leuchtkugelsätze müssen mit *Weingeist*, nicht mit Wasser, behufs des Formens der Leuchtkugeln, angemacht werden, weil, wie aus Obigem hervorgeht, das Wasser zur Zerlegung des Salmiaks mittelst des Kupfers beitragen würde. Eines besondern Bindungsmittels bedürfen diese Sätze nicht, da der Milchzucker, als im Weingeist auflöslich die Stelle desselben mit vertritt.

Anstatt des Salmiaks kann man auch mit gleichem Erfolge das phosphorsaure Amoniak anwenden, es hat vor dem Salmiak den Vorzug, dass es weniger zerleglich auf die Kupfersalze wirkt, doch stehet es dagegen wieder gegen den Salmiak darinnen zurück, dass dies Salz etwas mehr als der Salmiak die Feuchtigkeit anziehet und die Phosphorsäure die Verbrennung des Satzes mehr schwächt.

Aehnliche Sätze lassen sich auch für Lichtchen darstellen, die besten schienen mir folgende zu sein:

No. 52. Chlorsaures Kali ..... 24 Theile.
Stearin ..... 4 -
Salmiak ..... 3 -
ein beliebiges, der oben angegebenen Kupfersalze ..... 3 -

Die Flamme dieses Satzes ist ganz rein von Färbung, der Satz putzt sich aber schlecht und ist daher nicht für Lichtchen von sehr kleinem Kaliber anwendbar.

No. 53. Chlorsaures Kali .... 8 Theile.
Bergblau ..... 2 -
Salmiack ..... 1 -
Salpeter ..... 2 -
Milchzucker ..... 4 -

Dieser Satz ist recht schön von Färbung und putzt sich sehr gut, muss aber vor feuchter Luft geschützt werden.

Ebenfalls recht schön und tief von Färbung ist nachstehender Satz.

No. 54. Chlorsaures Kali ..... 6 Theile.
Grünspan ..... 1 -
Stearin ..... 1 -
phosphorsaures Ammoniack .... 1 -

Eben so ist:

No. 55.	chlorsaures Kali	8 Theile,
	Milchzucker	4 -
	phosphorsaures Ammoniak	3 -
	Grünspan	1 -

von sehr tiefer Färbung, nur etwas sehr faul.

Die Anwendung des phosphorsauren Ammoniaks, anstatt des Salmiaks, gewährt bei den *Lichtersätzen* noch den Vortheil, dass die bei der Verbrennung entstehenden phosphorsauren Verbindungen leicht schmelzbar sind*).

Es will mir scheinen, dass das Ammoniak gar nicht allein die Flamme eines Satzes vergrössert, sondern dass es auch mit einer eigenen bläulichen Färbungsfähigkeit auftritt, weshalb ich versuchte, ein Ammoniaksalz auch bei *den* blaubrennenden Lichtersätzen, welche Schwefel in ihrer Mischung enthalten, zur Verstärkung der Färbung anzuwenden; ich habe aber damit kein besonders hervorstehendes Resultat erlangt, folgende beide Sätze entsprachen dem Zweck am besten.

No. 56.	Chlorsaures Kali	10 Theile.
	Grünspan	1 -
	phosphorsaures Ammoniak	1 -
	Salmiak	1 -
	Schwefel	2 -

No. 57.	Chlorsaures Kali	25 Theile.
	Schwefel	8 -
	Salmiak	4 -
	ein beliebiges Kupfersalz	1 -

Beide Sätze geben eine sehr tiefe Färbung und putzen sich ziemlich gut. No. 56. ist am tiefsten gefärbt, aber sehr faul.

Aus dem Vorhergehenden wird man leicht folgern können, dass auch ohne Schwefel eine blaue Färbung entstehen müsse, wenn man das *Kupfersalz* an eine feuerbeständige Säure bindet, welche stark genug an Quantität und Qualität ist, das Chlor aus dem chlorsauren Kali auszutreiben, und dies ist auch in der That der Fall, allein die dafür zu verwendenden Kupfersalze haben alle andere lästige Eigenschaften für unsern Zweck. Mischt man *vier* Theile chlorsaures Kali mit *zwei* Theilen Milchzucker und setzt *einen* Theil schwefelsaures Ammoniakkupfer, oder schwefelsaures Kupfer, oder phosphorsaures Kupfer, oder arsenigsaures Kupfer zu, so erhält man Sätze von *blauer* Färbung. Die Anwendung des ersteren Salzes macht aber seine leichte Zer-

*) Siehe §. 81.

leglichkeit nicht besonders zulässig, das zweite ziehet die Feuchtigkeit an und ist, wie oben bemerkt, gefährlich anzuwenden, das dritte giebt nur eine sehr blasse Färbung, weil man wegen seiner grossen Voluminösität nicht genug dem Satze beimengen kann, ohne die Verbrennung des Satzes zu beeinträchtigen, das vierte ist wegen seiner giftigen Eigenschaft verwerflich. Ueberdem geben nur das schwefelsaure Kupfer und das schwefelsaure Ammoniakkupfer in dieser Verbindung ein reines Blau, die andern beiden Kupfersalze geben sehr blassblaue, ins Grüne ziehende Färbungen, vermuthlich weil die Quantitäten ihrer enthaltenden Säuren nicht hinreichen, sich des vorhandenen Kali ganz zu bemächtigen und das Chlor vollkommen frei zu machen.

Das *basisch schwefelsaure Kupfer* und das *basisch salzsaure Kupfer* geben in obiger Verbindung nur Spuren blauer, und mehr eine grüne Färbung, weil sie ebenfalls zu wenig der hier in Wirkung tretenden Säure enthalten.

Für Leuchtkugeln giebt dieser Satz

No. 58. Chlorsaures Kali .....4 Theile,
Milchzucker .....2 -
basisch salzsaures Kupfer.....1 -

ein sehr schönes glänzendes *blaugrünes* Licht, sollte der Satz zu rasch sein, so wird etwas mehr Kupfersalz genommen.

Setzt man den, mittelst Kupfersalzen blau gefärbten Sätzen *Salpetersatz* zu, so verschwindet mehr oder weniger die blaue Färbung, und es tritt eine grünliche an ihre Stelle, weil das aus dem Salpeter bei der Verbrennung zurückbleibende Kali sich des frei werdenden Chlors bemächtiget, und mit demselben Chlorkalium bildet, indem es seinen Sauerstoff an die brennbare Substanz abgiebt. Auch bei einer hinreichenden Menge Schwefel, um alles vorhandene Kali zu binden und das Chlor frei zu machen, wird durch einen Zusatz von Salpeter die blaue Färbung vernichtet, woraus hervorzugehen scheint, dass durch den zugesetzten Salpetersatz die Temperatur der Verbrennung *höher* wird, als wie sie zur Erscheinung der blauen Färbung, d. h. zur Bildung von *Chlorkupfer,* sein darf.

Der Zink. Der metallische Zink giebt, wie wir schon oben mehrfach gesehen haben, eine bläuliche Flamme, die Anwendung desselben ist aber sehr beschränkt, theils wegen seiner leichten Oxydirbarkeit, theils wegen der Art seiner Verbrennung. Mischt man Zink mit Salpetersatz, so erhält man eine sehr heftige Verpuffung, die jedoch unter allen Mischungsverhältnissen immer zu unordentlich und zu unregelmässig bleibt, als dass man damit einen guten Lichtchen- oder Leuchtkugelsatz hervorbringen könnte. Ist die Beimischung von Zink im Salpetersatz gering, so ist die Verbrennung zwar nicht besonders heftig, aber die Flamme wird dann auch nur sehr gering und nur

theilweise gefärbt; eigentlich entsteht dann gar keine Färbung der Flamme, der Salpetersatz brennt ungefärbt ab, und der brennende Zink bricht nur hier und da mit kleinen blauen Flämmchen hervor, setzt man mehr Zink zu, so wird die Verbrennung heftiger, aber immer zu heftig; die Flamme des brennenden Zinks unterdrückt dann zwar gänzlich die Flamme des Salpetersatzes, aber die Färbung wird so bleich, dass sie fast nur weiss ist. Die beste Mischung für Lichtchen dürfte noch diese sein:

No. 59.	Salpeter	6 Theile
	Zink	9 -
	Schwefel	2 -
	Stearin oder Talg	2 -

Der grösste Uebelstand, den ein solcher Lichtersatz an sich trägt, ist der, dass sich das entstehende Zinkoxyd stark an der Mündung des Lichtchens anhäuft und eine harte Röhre bildet, die das Hervortreten der Flamme hindert; es bricht dann die Flamme an allen Seiten des Lichtchens aus und giebt ein sehr unordentliches Feuer; auch verbreiten diese Sätze einen sehr dicken weisslichen Rauch, so dass man oft kaum die Flamme erblickt. Für Leuchtkugelsätze scheint mir der Zink wenig anwendbar zu sein, da in einiger Entfernung die blaue Färbung fast gänzlich für das Auge verschwindet. Die effektvollste Anwendung des Zinks ist die oben angegebne für Fontainenbränder.

Eine sonderbare Eigenschaft der Zinksätze ist die, dass die Färbung der Flamme bei Tageslicht mehr oder weniger *grün* und nur bei Nacht *blau* erscheint; es beruht dies auf einer optischen Täuschung, weil bei Tageslicht das schwächere Licht des Satzes nicht auf das Auge wirkt, und man daher erst durch den die Flamme umgebenden dicken Rauch hindurch die Färbung der Flamme sieht, während bei Nacht das Licht der Flamme selbst in unser Auge dringt. Viele halbdurchsichtige Körper bringen ähnliche Wirkungen hervor; so erscheinen die Gegenstände durch Milchglas gesehen, *roth,* durch feines Goldblatt *grün* etc. etc.

Die ältere Feuerwerkerei benutzte den Zink häufiger als die neuere; nachstehende der *ältern* Feuerwerkerei angehörige Sätze sind nicht ganz übel, man kann selbe für Lichtchen und auch für Leuchtkugeln anwenden.

No. 60.	Salpeter	8 Theile
	Zink	6 -
	feine Sägespäne	1 -
	feine Kohle	1 -

No. 61.	Salpeter	16 Theile.
	Zink	24 -
	Realgar	3 -
	Sägespäne	2 -

Je rauchender ein solcher Satz ist, desto grünlicher von Farbe, je weniger rauchend er ist, desto bläulicher erscheint er. Enthält der Satz Schwefel, Antimon, oder Realgar, so ist er weniger rauchend, als wenn die brennbaren Substanzen aus andern Stoffen bestehen.

Der Satz No. 60. eignet sich besonders gut für *umlaufende Stäbe, Blätterrosen,* und erscheint *grün*, wenn man durch daneben gestelltes weisses Licht die Wirkung des Tageslichtes ersetzt. Der Satz No. 61. eignet sich für Lichtchen von grossem Kaliber und für Leuchtkugeln.

Die Leuchtkugeln bildet man aus diesen Sätzen nicht auf die gewöhnliche Art, sondern man ladet den Satz nur lose eingedrückt in dünne Hülsen zweiter Art, von ein bis ein und ein halb Kaliber Länge, versiehet die Hülsen an beiden Enden mit einigen Stückchen Stopine, welche in den Satz hineinreichen, und wendet diese kurzen gefüllten Hülsen als Leuchtkugeln an. Will man diese Sätze mittelst Wasser als Teigmasse zu Leuchtkugeln formen, so muss man etwas Gummi zusetzen, damit sie einige Festigkeit erhalten, sie sind aber sehr schwer entzündlich.

Antimon. Dieses Schwefelmetall wandte man früher nur allein zur Darstellung der blauen Farbe an, und es giebt allerdings, wie schon oben bei der weissen Farbe bemerkt wurde, eine bläuliche Färbung, die jedoch unter allen Umständen zu wenig intensiv ist, um sie blau nennen zu können. Das reine *Antimonmetall,* das *Stibium*, hat dieselbe Wirkung wie das Schwefelantimon bei noch etwas grösserer Färbungsfähigkeit *).

Gelbe Farbe.

§. 109. Zur Darstellung der gelben Farbe hat man früher immer nur Harze in Verbindung mit Salpetersatz angewendet, als *Colophonium, Pech, Schellack* und insbesondere *Bernstein*. Dergleichen Mischungen geben allerdings gelbe Flammen, aber die Flamme ist nur schmutzig-gelb, ohne Lichtstärke, der Flamme eines Talglichts oder der Holzflamme gleich, weil sie, wie diese Flammen, nur auf der Entwicklung und Verbrennung von Kohlenwasserstoff

*) In neuerer Zeit hat man zur Darstellung einer blauen Farbe das *Selen* vorgeschlagen; dieser dem Schwefel sehr ähnliche und ihn begleitende Körper giebt allerdings mit Chlorkalisatz gemischt eine sehr intensive blaue Färbung, aber die Kostbarkeit und Seltenheit desselben lässt bis jetzt seine Anwendung nicht zu.

beruht. Die Färbung wird in einiger Entfernung vom Auge ganz undeutlich, und diese Flammen geben überdem einen lästigen russigen Rauch; die Verpuffung des Grundsatzes leidet durch die starke Beimischung von Harzen ferner so sehr, dass diese Sätze nur höchstens für Lichtchen einige Anwendung finden können, weshalb auch die gelbe Farbe bisher sehr wenig in der Feuerwerkerei beliebt war. Die gebräuchlichste Mischung der Art ist für Lichtchen folgende:

No. 62. Salpeter.....4 Theile.
Bernstein.....1 -
Mehlpulver.....1 -

Dieser Satz brennt mit einer grossen Flamme und putzt sich ziemlich gut, durch mehr oder weniger Mehlpulver wird dieser Satz rascher oder fauler gemacht. So wenig die Sätze dieser Art, für die die ältere Feuerwerkerei, ausser dem Bernstein, alle Arten von Harzen benutzte, an und für sich von sonderlichem Effect sind, so sind sie doch bei grossen Feuerwerken, wo man sie in Masse, besonders als Lichtchen, anwenden kann, recht brauchbar wegen ihrer grossen Wohlfeilheit; es lassen sich aber weit wirksamere Sätze von gleicher Wohlfeilheit mittelst des

Natron darstellen, und es ist zu verwundern, dass man diesen so bekannten Stoff nicht schon längst allgemein inder Lustfeuerwerkerei zur Darstellung der gelben Farbe benutzt hat; in den ältern Feuerwerkschriften findet man nur hie und da geringe Andeutungen von der Anwendung eines Natronsalzes.

Das *Natriummetall* giebt in den meisten seiner Salzverbindungen mehr oder weniger schöne, intensive gelbe Färbungen, wie man sie nur immer verlangen kann; wir dürfen uns daher auch zur Darstellung der gelben Farbe nach weiter keinen andern Körpern umsehen.

Unter allen Natronsalzen zeichnet sich, wie natürlich das *salpetersaure Natron* in seiner Wirksamkeit aus, es verhält sich für unsern Zweck fast ganz so wie der Salpeter, es verpufft *allein* mit Schwefel gemengt und angezündet noch etwas leichter als der Salpeter, und giebt daher mit Schwefel und einem geringen Theil eines andern leicht verbrennlichen Stoffs gemengt für alle Arten der Anwendung vollkommen gute Sätze von einer ganz reinen Färbung. Als brennbare Beimischung leistet Antimon die beste Wirkung; obschon die Färbungsfähigkeit des Antimons der gelben Farbe zuwider zu sein scheint, so ist dies hier nicht der Fall, sie wird durch die grössere Färbungsfähigkeit des Natrons vollkommen unterdrückt; Kohle erfüllt zwar denselben Zweck, aber das Antimon vergrössert die Flamme und ihren Glanz, es wird die Färbung davon etwas hellgelber, was indess gut ist, da ohne Beimischung von Antimon die Farbe etwas ins Orange fällt.

Von ganz vortrefflicher Wirkung ist für *Lichtchen* folgender Satz.

No. 63.	Salpetersaures Natron	32 Theile.
	Schwefel.....	8 -
	Antimon.....	9 -
	feine Kohle.....	1 -

Dieser Satz hat alle guten Eigenschaften eines Lichtersatzes, die Flamme ist gross, rund, und von vollkommen reiner glänzender Färbung, durch eine Beimischung von mehr oder weniger feiner Kohle wird der Satz nach Belieben rascher oder fauler gemacht.

Für Leuchtkugeln ist von gleich schöner Wirkung

No. 64.	salpetersaures Natron	32 Theile.
	Schwefel	8 -
	feine Kohle	3 -
	Antimon	4 -

Diese beiden Sätze gehören mit zu den schönsten, welche die Lustfeuerwerkerei aufzuweisen hat; aber sie sind nicht immer anwendbar, weil das salpetersaure Natron die üble Eigenschaft besitzt, Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen. Legt man aus dergleichen Sätzen gefertigte Lichtchen an einem Ort, wo die äussere Luft circulirt, so werden diese bald feucht, bald trocken, je nachdem die Feuchtigkeit oder Trockenheit der Luft wechselt; ein klein wenig angezogne Feuchtigkeit schadet den Lichtchen nicht, im Gegentheil, die Flamme wird davon ruhiger, und sie brennen langsamer, sind sie aber sehr feucht, dann brennen sie nicht mehr; wieder trocken geworden, sind sie jedoch so gut als vorher; liegen diese Lichtchen Monate lang an einem feuchten Orte, so zerlegt sich ein Theil des salpetersauren Natrons durch den Schwefel, und es wird Glaubersalz gebildet, das durch die Hülse herauskrystallisirt; ich habe nicht gefunden, dass dies das Feuer sehr merklich verändert, aber es vermehrt die Eigenschaft des Feuchtwerdens. Durch einen Ueberzug von Fett, Firniss oder Wachs etc. die Lichtchen vor dem Feuchtwerden zu schützen, ist mir nicht gelungen, ein Anstrich von Wachs erhielt sie einige Tage länger trocken als andre Mittel. Wegen dieser unangenehmen Eigenschaft, die das salpetersaure Natron besitzt, muss man diese Lichtchen, so wie alle Feuerwerksätze, die es enthalten, immer an einem trocknen Orte, wo möglich in der Nähe eines geheizten Stubenofens, überhaupt aber nicht über einige Monate lang aufbewahren, denn durch das Herauskrystallisiren des Natronsalzes durch die Hülse werden diese Lichtchen sehr zerbrechlich, wenn sie lange liegen; aus gleichem Grunde werden aus obigem Satze gefertigte Leuchtkugeln mit der Zeit unentzündlich, weil sich die äussere Fläche der Leuchtkugel mit dem efflorescirenden Salze überziehet.

Die Färbungsfähigkeit des Natriums ist in allen seinen Salzverbindungen sehr gross, und man kann daher ausser dem salpetersauren Natron auch andere Natronsalze mit fast gleichem Erfolge anwenden; das *kohlensaure* und das *oxalsaure* Natron erweisen sich für unsern Zweck als am wirksamsten. Das *einfachkohlensaure* Natron ziehet die Feuchtigkeit an, daher man das *doppeltkohlensaure* Natron anwenden muss, welches diese üble Eigenschaft nicht besitzt.

Auch mit *Salpetersatz* gemischt, geben die obigen beiden Natronsalze ziemlich gute reine Färbungen. Für Lichtchen finde ich in dieser Art recht gut:

No. 65.	Salpeter	9 Theile.
	Schwefel	3 -
	Doppeltkohlensaures Natron	2 -

Dieser Satz ist ohne Tadel, die Färbung ist vollkommen gleichmässig, nur die Flamme etwas flackernd und von keiner sonderlichen Lichtstärke, er ist etwas faul, ein Zusatz von ein Procent feiner Kohle verbessert diesen Fehler.

Für Leuchtkugeln ist ein ähnlicher Satz

No. 66.	Salpeter	16 Theile,
	feines Mehlpulver	4 -
	Schwefel	6 -
	doppeltkohlensaures Natron	3 -

nicht übel.

Obschon diese beiden Sätze allerdings keine so schöne Färbung besitzen, als wie sie das salpetersaure Natron, oder ähnliche Mischungen, die den Chlorkalisatz zu ihrer Grundmischung haben, liefern, so sind sie doch wegen ihrer grossen Wohlfeilheit für grosse Feuerwerke sehr brauchbar und empfehlungswerth.

Auch *ohne* Schwefel lassen sich vollkommen schöne, reine Färbungen, wie folgt, darstellen.

No. 67.	Chlorsaures Kali	6 Theile.
	Stearin	1 -
	Oxalsaures Natron	1 -

No. 68.	Chlorsaures Kali	5 Theile.
	Salpetersaurer Baryt	4 -
	Schellack	2 -
	Oxalsaures Natron	2 -

Diese beiden Sätze sind für Lichtchen recht schön, die Färbung ist rein, und sie putzen sich gut.

Für Leuchtkugeln ist von ganz schöner Wirkung:

No. 69.	Chlorsaures Kali	4 Theile.
	Salpetersaurer Baryt	2 -
	Milchzucker	2 -
	Doppeltkohlensaures Natron	1 -

Der den Sätzen No. 68 und 69 beigemengte salpetersaure Baryt dient dazu, die Flamme zu vergrössern, und ihr eine runde Form zu geben, so wie auch den Satz zu verlangsamen; ohne diesen Zusatz sind diese beiden Sätze viel zu rasch und sehr rauchend, die Färbungsfähigkeit des Baryts wird hier gänzlich durch die grössere Färbungsfähigkeit des Natrons aufgehoben. Man sollte meinen, ein Zusatz von Salpeter statt des Barytsalzes würde dieselbe Wirkung thun, dies ist aber nicht der Fall, der Salpeter macht den Glanz des Lichtes matt, während das Barytsalz ihn erhöhet.

Ein ähnlicher, vollkommen schöner Lichtersatz ist dieser, von dunkler Färbung;

No. 70.	salpetersaures Natron	4 Theile.
	Schellack	1 -

Für *Theaterfeuer* sind dergleichen Sätze, welche keinen Schwefel enthalten, nur brauchbar, wenn man sie in der Art der bengalischen Flammen, als Lichtchen von grössern Kalibern anwendet, lose aufgeschüttet, brennen sie zu rasch und lassen sich, ohne der Färbung zu schaden, nicht gut verlangsamen.

Alle andern hier nicht angewendeten Natronsalze geben schlechtere, unreinere Färbungen, oder sie sind nicht luftbeständig.

Grüne Farbe.

§. 110. Es giebt schwerlich einen Feuerwerker in der Welt, der sich nicht schon damit beschäftigt hätte, ein grünes Feuer zu erfinden, aber trotz der mannigfachen Körper, die man dafür in Anwendung brachte, hat dies immer noch nicht vollkommen gelingen wollen; die Färbung aller bis jetzt gebräuchlichen grünen Flammenfeuersätze ist entweder zu wenig intensiv, oder die Flamme nur theilweise grün. Die bis jetzt bekannten, für diesen Zweck noch die besten Resultate gebenden Körper sind das *Kupfer* und das *Baryum*.

Das **Kupfer.** Bei der blauen Farbe haben wir gesehen, dass das Kupfer oder dessen Salzverbindungen stets *blau* färbend auftritt, wenn bei der Verbrennung des Satzes Chlorgas frei wird; wir werden daher zur Darstellung einer *grünen* Flamme mittelst Kupfersalzen eine solche Grundmischung, wo dies der Fall ist, wie z. B. den *Chlorkalisatz*, nicht gebrauchen können.

Diese Kupfersalze geben zwar sämmtlich*) *grüne* Färbungen, wenn man den Grundmischungsbrandsatz mittelst chlorsaurem Kali darstellt und den Schwefel durch einen andern brennbaren Stoff ersetzt, die grüne Färbung bleibt aber immer sehr schwach und stehet hinsichtlich ihrer Intensität in keinem Verhältniss mit der blauen Färbung, welche das Kupfer in den Sätzen hervorbringt, wo es *blau* färbend auftreten kann. Dies sonderbare Verhalten des Kupfers, unter Umständen mit so *grosser* blau färbender Eigenschaft aufzutreten und unter andern Umständen mit so *geringer* grün färbender, hat wahrscheinlich seinen Grund in der leichten *Deoxydirbarkeit* der meisten Kupfersalze.

Wird ein Kupfersalz, in welchem das Kupfer an eine *feuerbeständige* Säure gebunden ist, mit Salpetersatz gemengt, so verlässt die Säure das Kupfer, bemächtiget sich des Kalis des Salpeters, das Kupferoxyd wird frei, durch die hohe Temperatur der Verbrennung des Satzes reducirt, die Salpetersäure entweicht gasförmig, zerlegt in salpetrige Säure und Sauerstoff, der Sauerstoff tritt an den Schwefel, und die färbende Eigenschaft des Kupfers hört auf**). Wird ein *gleiches* Kupfersalz mit *Chlorkalisatz* gemengt, so tritt die Säure desselben ebenfalls an das Kali des chlorsauren Kalis, die Chlorsäure entweicht gasförmig, wird durch die vorhandene Temperatur in Chlor und Sauerstoff zerlegt, der Sauerstoff tritt an den Schwefel, das Chlor verbindet sich mit dem Kupfer, und die *blaue* Farbe erscheint. Wird ein Kupfersalz, welches an eine, in höherer Temperatur *zerlegliche* Säure gebunden ist, mit Salpetersatz gemengt, so wird die *Säure* des Kupfersalzes zerlegt, das Kupferoxyd wird frei, metallisch reducirt, und seine Färbungsfähigkeit hört auf, ebendasselbe geschiehet bei Mischungen eines *gleichen* Kupfersalzes mit chlorsaurem Kali und einem brennbaren Stoffe, dessen Bestandtheile in ihrer chemischen Thätigkeit nicht stark genug sind, die bei der Verbrennung entstehende Verbindung des Kaliums mit dem Chlor zu trennen, und sich an die Stelle des Chlors zu setzen. Das Kupferoxyd kann allerdings durch die Temperatur der Verbrennung des Satzes *allein* nicht reducirt werden, sondern bedarf eines Reductionsmittels, dieses Mittel ist aber entweder der Wasserstoff und Kohlenstoff derjenigen Substanzen, welche diesen Sätzen beigemischt werden müssen, um, wie man weiter unten sehen wird, eine deutliche *grüne* Färbung zu erreichen, oder, wenn das Kupfer an eine sogenannte *organische* zerlegliche Säure gebunden war, ein Bestandtheil der Säure selbst. Nach dieser Theorie würde man einen vollkommen grün brennenden Flammenfeuersatz mittelst Kupfer darstellen können, wenn man ein Kupfersalz besässe, dessen Säure sich bei erhöheter Temperatur weder selbst zerlegte, noch sich

*) Mit Ausnahmen einiger §. 108. angeführten.

**) Siehe §. 51.

von dem Kupfer trennte und zugleich auch den Anforderungen des Kali, sich ihrer bemächtigen zu wollen, widerstände; ein solches Kupfersalz habe ich aber in dem Gebiete der Chemie bis jetzt nicht auffinden können.

Ist die Temperatur bei der Verbrennung eines zur Hervorbringung der grünen Färbung geeigneten Satzes sehr niedrig, so gehet die Reduzirung des Kupfers langsamer vor sich, und die Salzverbindung desselben tritt so lange färbend auf, als das Kupfer sich unreduzirt erhält, daher ist auch die Färbung am stärksten, je fauler ein solcher Satz ist, aber so möglichst faul man einen solchen Satz auch immerhin macht so scheint die Temperatur desselben dennoch nie so niedrig zu sein, dass keine Reduction des Kupfersalzes statt finden könnte. Ist dagegen die Temperatur der Verbrennung des Satzes sehr hoch, so wird das Kupfersalz sogleich reduzirt und macht dann gar keine Wirkung mehr.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass das Kupfer da am deutlichsten *grün* färbend auftritt, wenn bei der Verbrennung des Satzes *Wasserstoffgas* oder *Kohlenwasserstoffgas* frei wird; man mischt daher diesen Sätzen verschiedene organische Substanzen bei, welche dieses Gas entbinden, als, Oele, Fette, Harze, Holzspäne etc. etc. Die Ursache dieser Erscheinung beruhet wahrscheinlich nur allein darauf, dass durch diese Beimischungen der Satz fauler, die Temperatur der Verbrennung mithin niedriger, und daher die Deoxydation des Kupfersalzes aufgehalten wird; deshalb geben auch die Kupfersalze*) in der Flamme des gewöhnlichen Holzfeuers eine so schöne grüne Färbung der Flamme. Man kann zwar einen dergleichen Satz auch mit andern, *keinen* Wasserstoff liefernden Körpern, verlangsamen, oder man erhält dann stets eine Flamme, welche zu dürftig und zu klein ist, um die grüne Färbung darinnen dem Auge deutlich sichtbar werden zu lassen.

Unter allen Kupfersalzen scheint für den vorliegenden Zweck das *essigsaure* Kupfer, der *krystallisirte Grünspan,* die beste Wirkung zu thun; dies Verhalten beruht auf der leichten Verbrennlichkeit der Essigsäure, welche, ohne einen sehr bedeutenden Rückstand von Kohle zu hinterlassen, zerlegt wird und dabei schon selbst das hier nöthige Wasserstoffgas zum Theil liefert, wie auch zur Verpuffung des Salpetersatzes beiträgt. Wie man aber auch die quantitativen Verhältnisse der Materialien eines solchen Satzes verändern mag, die Färbung bleibt immer nur gering und theilweise, sie findet nur an den Spitzen der Flamme statt und ist nach unten zu schmutzig gelb. Die Färbung grüner Flammenfeuersätze mittelst Kupfersalzen ist stets so gering, dass sie in einiger Entfernung dem Auge ganz verschwindet; diese Sätze sind daher für Leuchtkugeln gar nicht anwendbar, eben so wenig für Theaterfeuer,

*) Mit Ausnahme des Chlorkupfers, welches, so lange es unzersetzt bleibt, immer *blau* färbend auftritt.

weil ihre grüne Färbung nicht im Mindesten reflectirt; für Lichtchen ist indess ein solcher Satz ziemlich brauchbar, weil deren Anwendung ein Näherbringen zum Auge erlaubt.

Aus den unzähligen verschiedenartigst zusammengesetzten Sätzen, welche ich versuchte, um mittelst Kupfersalzen einen guten grün brennenden *Lichtersatz* darzustellen, hebe ich nachstehende drei als die besten heraus.

No. 71.	Salpeter	12 Theile.
	Schwefel	3 -
	Grünspan	3 -
	Talg oder Stearin	1 -
No. 72.	Salpeter	10 Theile.
	Schwefel	3 -
	Realgar	1 -
	Grünspan	5 -
	Chlorsaures Kali	3 -
	Licopodium	1 -

Diese beiden Sätze haben ziemlich einerlei Wirkung. Der Satz No. 71. hat die reinste Flamme, ist aber sehr faul. Der Satz No. 72. ist unreiner von Färbung, die Färbung aber intensiver, und putzt sich sehr gut.

No. 73.	Chlorsaures Kali	4 Theile.
	Salpeter	3 -
	Milchzucker	2 -
	Basisch schwefelsaures Kupfer	2 -

Dieser keinen Schwefel enthaltende Satz brennt sehr gut und stehet an Färbung den vorstehenden nicht nach; anstatt des basisch schwefelsauren Kupfers kann man auch einige andere Kupfersalze anwenden, wiewohl das erstere Kupfersalz in dieser Verbindung die beste Wirkung zu machen scheint. Das essigsaure Kupfer, der Grünspan, giebt, in *dieser* Mischung angewendet, keine grüne, sondern eine schmutzig gelbliche Färbung, welches Verhalten wahrscheinlich von einem zu grossen Ueberschuss, bei der Zerlegung der Essigsäure sich bildenden, Kohlenwasserstoff herrührt.

So wenig genügend an Färbung und Lichtstärke diese drei Sätze für sich allein betrachtet, erscheinen, so sind sie doch bei Anwendung in grössern Massen sehr wirksam, wenn man ihrer schwachen Färbung durch Zusammenstellung mit andern Farben zu Hülfe kommt, wie im dritten Abschnitt dieser Schrift näher gezeigt werden wird.

Dass die Färbung aller Sätze dieser Art immer nur an den Spitzen und den äussern Rändern der Flamme statt findet, scheint seinen Grund darinnen zu haben, dass sich die Flamme eines solchen Satzes ganz so wie die Kohlenwas-

serstoffflamme einer *Löthrohrflamme* verhält, die Spitze einer solchen Flamme wirkt nemlich *oxydirend*, die Wurzel der Flamme *desoxydirend*. Gleiche Ursache hat ohne Zweifel die Erscheinung, dass das Chlorkupfer in der *Weingeistflamme* zuerst eine grüne Färbung, und zuletzt, wenn der Weingeist beinahe gänzlich verbrannt ist, eine blaue Färbung giebt. Ich stelle mir den Gegenstand hier so vor: Die grosse Menge Wasserstoff, welche bei der Verbrennung des Weingeistes frei wird, findet nicht genug Kohlenstoff vor, um sich mit demselben *vollkommen* sättigen zu können, die Flamme bestehet daher hauptsächlich aus einem mechanischen Gemenge von brennenden Wasserstoff und Kohlenwasserstoff. Ein Theil des freien Wasserstoffes bemächtiget sich des Chlors und trennt das Kupfer metallisch von letzterm, dies Kupfer wird, durch die Flamme fortgerissen, bis in die Spitze und die äussern Ränder derselben gebracht, hier mittelst der Spitzen der Flamme*) *oxydirt*, wonach es *grün* färbend aufzutreten vermag. Schreitet die Verbrennung weiter bis zur fast gänzlichen Zerlegung des vorhandenen Weingeistes fort, so wird die Quantität des sich entbindenden Wasserstoffs zu gering gegen die Quantität des in der Flamme aufgerissenen Chlorkupfers, es kann letzteres nicht mehr vollkommen zerlegt werden, und die blaue Farbe muss erscheinen. Dagegen giebt *chlorsaures Kupfer* in der Weingeistflamme *keine grüne*, sondern nur eine *blaue* Färbung, weil hier keine Reduction des Kupfersalzes statt finden kann, indem die grosse Menge des aus der Chlorsäure frei werdenden Sauerstoffs sich des ganzen aus dem Weingeist frei werdenden Wasserstoffs und Kohlenstoffs bemächtiget, und das Chlor mit dem Kupfer zusammentretend dann in der Flamme blaufärbend wirkt.

Fein zertheiltes *metallisches* Kupfer, in eine Flamme gebracht, giebt zwar auch eine blaue oder grüne Färbung, welche Erscheinung, der von mir angenommenen Theorie, dass die *einfachen* Elemente *keine* Färbungsfähigkeit besitzen, zu widersprechen scheint; aber hier entstehet die Färbung offenbar nur daraus, dass einzelne Kupfertheilchen in der Spitze der Flamme oxydirt werden, oder sich mit andern einfachen Stoffen verbinden, welche die, die Flamme bildende glühende Gasart enthält, und dadurch dann ihre Färbungsfähigkeit zu äussern vermögen.

In der *Schwefelgasflamme* geben die Kupfersalze keine Färbung, weil sich das Kupfer mit dem Schwefelgas zu *Schwefelkupfer* verbindet und wie es scheint in dieser Verbindung, gleich dem metallischen Kupfer, keine Färbungsfähigkeit besitzt**).

*) Nach der Theorie der Löthrohrflamme und vermuthlich auch, durch den die Flamme umgebenden Sauerstoff der Luft.

**) Die Verbindungen des Kupfers mit *Jod* und *Brom* verhalten sich für unsern Zweck ähnlich der Verbindungen des Kupfers mit dem Chlor. Das *Jodkupfer* giebt in der Weingeistflamme und Holzflamme eine sehr schöne *grüne* Färbung.

Eine in ihrer Art vollkommen schöne aber auch zu wenig satte Färbung giebt das

Barium mit Chlorkalisatz gemischt. Da das Bariumoxyd eine luftbeständige Verbindung mit der Salpetersäure eingehet und kein Krystallwasser enthält, so ist der *salpetersaure Baryt* für unsern Zweck unter allen Barytsalzen am passendsten; er giebt mit Chlorkalisatz und Schwefel gemengt eine schöne blass meergrüne Flamme von sehr grosser Lichtstärke, für alle Zwecke brauchbar. Am besten und intensivsten lässt sich die Färbung für Theaterfeuer darstellen, weil der Satz hier sehr faul sein kann und am wenigsten Grundmischung bedarf, deren Flamme die Färbung mehr oder weniger schwächt.

Der salpetersaure Baryt muss, wie dies schon oben bemerkt wurde, durchaus chemisch rein und namentlich frei von Kalksalzen sein; der Kalk giebt, wie wir weiter unten sehen werden, ein entschieden rothes Licht, enthält der salpetersaure Baryt auch nur eine Spur von Kalk, so macht diese Verunreinigung die Färbung des Barytes *gelblich*, enthält er eine bedeutende Verunreinigung von Kalk, so verschwindet die grüne Färbung ganz und es tritt eine schmutzig orange an die Stelle. Ausser dem oben unter No. 37. angegebenen grünen Leuchtkugelsatze sind auch nachstehende zwei recht brauchbar.

No. 74.	Salpetersaurer Baryt	80 Theile.
	Chlorsaures Kali	30 -
	Schwefel	15 -
	Feine Kohle	3 -
	Antimon	8 -
	Mastix	6 -
No. 75.	Salpetersaurer Baryt	20 Theile.
	Chlorsaures Kali	8 -
	Schwefel	4 -
	Lycopodium	1 -

Diese beiden Sätze sind zwar nicht so intensiv gefärbt wie der Satz No. 37., geben aber ein sehr schönes, glänzendes Licht, und sind sehr leicht entzündlich, weshalb sie hierin für gewisse Zwecke vor jenem Satze, welcher etwas faul ist, Vorzug haben.

Ausser den bereits angegebenen, mittelst salpetersaurem Baryt gefärbten grünen Flammenfeuersätzen lassen sich auch ohne Schwefel einige schöne derartige Sätze bereiten, welche hier folgen.

No. 76.	Chlorsaures Kali	6 Theile.
	Salpetersaurer Baryt	4 -
	Milchzucker	3 -
	Salmiak	1 -

Dieser Satz ist recht tief gefärbt, die Flamme aber etwas dürftig; ein Zusatz von einem Theil Salpeter zu obiger Mischung macht die Flamme besser, aber auf Kosten der Färbung.

No. 77. Chlorsaures Kali ..... 12 Theile.
Salpetersaurer Baryt .. 10 -
Schellak ..... 3 -

Dieser Satz brennt mit einem schönen Glanze, schwach grün gefärbt, er ist sehr rasch, und das Feuer etwas unordentlich flackernd, dennoch aber für gewisse Zwecke*) sehr brauchbar und wirksam. Tiefer gefärbt, aber etwas faul ist

No. 78. chlorsaures Kali ..... 3 Theile,
salpetersaurer Baryt .... 3 -
Schellack ..... 1 -

Diese drei Sätze No. 76, 77, 78 eignen sich am besten für *Lichtchen*, für Leuchtkugeln ist

No. 79. chlorsaures Kali ..... 2 Theile
salpetersaurer Baryt .... 1 -
Milchzucker ..... 1 -

mit Weingeist angemacht von sehr schönem Glanze, aber auch nur schwach gefärbt.

Man kann allen diesen, mittelst salpetersaurem Baryt gefärbten Flammenfeuersätzen zwei bis drei Procent *Calomel* beimengen, die Färbung wird davon merklich besser. Die Anwendung des *Calomel* ist eine Erfindung von *Chertier***).

Die Wirkung des Calomel scheint mir hier nur auf einer optischen Täuschung zu beruhen. Das Quecksilber, welches hier aus dem Calomel gasförmig entweicht, giebt ein mattes bläuliches Licht, indem dies Licht nun die grüne Flamme des salpetersauren Barytes umgiebt, verwandelt sich der gelbliche Schein, welcher diese Sätze mehr oder weniger begleitet, für unser Auge in *grün*. Kupfersalze leisten dieselbe Wirkung; da die Kupfersalze aber feste Rückstände bilden, welche die Verbrennung des Satzes hindern, so ist für diesen Zweck das Calomel vorzuziehen, weil der Hauptbestandtheil desselben, das Quecksilber, gasförmig entweichend, der Verbrennung weiter keinen Eintrag thut. Für Theaterfeuer oder bei Anwendung dieser Sätze als bengalische Flammen in geschlossenen Räumen ist jedoch die Beimischung

*) Siehe §. 160.

**) *Der excellirende Feuerwerker oder etc. etc. aus dem Französischen von F. M. Chertier. Weimar.* 1837.

von Calomel, wegen des äusserst gefahrlichen Quecksilberdunstes, verwerflich. Bei Anwendung der Kupfersalze zu gleichem Zwecke kann man bei den Sätzen, welche keinen Schwefel enthalten, nur solche Kupfersalze gebrauchen, welche mit dem Chlorkalisatz auch *ohne* Schwefel blaue Färbungen geben, wie dies aus dem, was bei der blauen Farbe gesagt wurde, genugsam hervorgehet; für diese Fälle erweiset sich das *schwefelsaure Ammoniakkupfer* als am wirksamsten. Auch ein geringer Zusatz von Salmiak erhöhet die Intensität der Färbung der Barytsätze, indem dadurch das, das Auge blendende Licht etwas gemildert wird.

Das *Barymoxyd* ist einer der wenigen Körper, welche sich gleich dem Kaliumoxyd mit der Chlorsäure zu einem nicht zerfliesslichen, luftbeständigen Salze verbinden, man hat daher den

Chlorsauren Baryt zur Darstellung der grünen Farbe mit gutem Erfolge angewandt; er verhält sich für unsern Zweck ganz so wie das chlorsaure Kali, indem er wie dieses mit Schwefel oder andern brennbaren Körpern gemengt, angezündet, leicht verpufft, und da ein mit diesem Salze dargestellter Satz daher gar keiner brennbaren Grundmischung von Chlorkalisatz oder Salpetersatz bedarf, so ist die Färbung auch weit intensiver, als die aller andern Barytsätze. Da dies Salz sonst keine technische Anwendung bis jetzt findet, und die sehr umständliche Darstellung desselben nur von einem geschickten Chemiker unternommen werden kann, so ist es für die Feuerwerkerei noch zu theuer; auch muss bei der Anwendung desselben alle Vorsicht gebraucht werden, weil es, mit Schwefel gemengt, sehr leicht von selbst sich entzündet, wenn es nicht chemisch rein und vollkommen neutral ist. Bei der Bereitung dieses Salzes wird häufig *Weinsteinsäure* angewendet, welche sich schwer aus dem Salze vollkommen abscheiden lässt und es verunreiniget. Die *geringste* Spur dieser Verunreinigung giebt Veranlassung zur Selbstentzündung eines solchen Satzes, welche zuweilen erst nach mehrern Tagen eintritt; es bleibt daher die Anwendung dieses Salzes in Verbindung mit Schwefel immer mehr oder weniger gefährlich.

Für *Leuchtkugeln* ist diese Mischung

No. 80. chlorsaurer Baryt .... 4 Theile.
Schwefel .... 1 -

von ausserordentlich schöner Wirkung, die Flamme ist etwas klein, ein Zusatz von drei bis vier Procent Mastix macht die Flamme grösser, ohne der Färbung merklich zu schaden; man kann diesen Satz mit Wasser oder Weingeist anmachen, mit Wasser angemacht ist er etwas fauler als wie mit Weingeist. Für *Lichtchen* giebt dieser Satz eine zu dürftige Flamme, welche sich, ohne der Färbung zu schaden, nicht verbessern lässt, ebenso auch für *Theaterfeuer;* für letztern Zweck ist von schöner Wirkung:

No. 81. Chlorsaurer Baryt ...4 Theile.
Salpetersaurer Baryt . 8 -
Schwefel .....3 -

Die Färbung dieses Satzes ist zwar nicht so intensiv, wie sich erwarten liesse, aber doch vollkommen für eine Theaterbeleuchtung genügend und viel intensiver als die des Satzes No. 43.

Da der Schwefel die Hauptursache der oben erwähnten Selbstentzündung ist*), so wäre es auch hier wünschenswerth, den Schwefel durch einen andern nicht gefährlichen Stoff ersetzen zu können; obschon bei Anwendung des chlorsauren Barytes mit andern brennbaren Stoffen keine so schöne reine Färbung als wie mit dem Schwefel zu erreichen ist, so erweisen sich doch nachstehende ganz gefahrlose, keinen Schwefel enthaltende Sätze als sehr brauchbar, und ihre Färbung ist immer noch intensiver, als die aller andern, mittelst salpetersaurem Baryt bereiteten Sätze.

Für Lichtchen.

No. 82. Chlorsaurer Baryt . 6 Theile.
Lycopodium.....1 -

Die Färbung der Flamme ist gut, etwas ins Gelbliche ziehend, was sich durch einen geringen Zusatz von *Calomel* verbessern lässt, aber sie hat eine schlechte, lange, spitze Form.

No. 83. Chlorsaurer Baryt . 6 Theile.
Stearin .....1 -

Die Flamme ist gross, ruhig und sehr glänzend, in der Nähe gesehen, weniger intensiv gefärbt, als die des Satzes No. 82., in der Entfernung aber von vortrefflicher Wirkung. Das Stearin muss sehr fein zertheilt und auf das innigste mit dem Barytsalz gemengt sein, sonst stockt die Flamme dann und wann, verlischt auch wohl plötzlich.

No. 84. Chlorsaurer Baryt . 4 Theile,
Schellack.....1 -

ist schön von Farbe und sehr rasch, die Flamme etwas unordentlich und flackernd, ein geringer Zusatz von *salpetersaurem Baryt* verbessert beide Fehler, aber die Färbung wird sogleich geringer. Dieser Satz ist auch für Leuchtkugeln, mit Weingeist angemacht, brauchbar und schön.

*) Wie man dies unten bei der rothen Farbe näher sehen wird.

Für *Leuchtkugeln* ist von vortrefflicher Wirkung

No. 85. chlorsaurer Baryt..6 Theile,
Stearin .....1 -

mit einem Zusatz von ein bis zwei Procent grober Kohle, je nachdem man die Verbrennung fauler oder rascher wünscht. Fast eben so schön, noch tiefer, aber etwas gelblich gefärbt, ziemlich rasch und leicht entzündlich ist für *Leuchtkugeln*

No. 86. chlorsaurer Baryt..3 Theile.
Milchzucker.....1 -

Beide Sätze No. 85. und 86. werden behufs des Formens der Leuchtkugeln mit Weingeist angemacht, und bedürfen keines besondern Bindungsmittels.

Ein Zusatz von drei bis vier Procent *Calomel* erhöhet bei allen diesen Sätzen, welche aus chlorsaurem Baryt bestehen, etwas die Färbung.

Da der chlorsaure Baryt so ganz analog dem chlorsauren Kali zusammengesetzt ist, und sich hinsichtlich seiner leichten Zerlegung mittelst brennbarer Körper ebenso wie das chlorsaure Kali verhält, so sollte man meinen, man müsse mit diesem Salze als *Grundmischung* für grünbrennende Flammenfeuersätze sehr vorzügliche Resultate hinsichtlich der Intensität der Färbung erhalten, allein dies ist nicht der Fall. Als Sauerstofflieferer kann dies Salz zwar ganz die Stelle des chlorsauren Kalis vertreten, aber alle andern beizumengende färbende Substanzen vernichten so sehr seine eigene Färbungsfähigkeit, dass man dabei gar nichts gewinnt, auch ist dies Salz gegenwärtig noch viel zu kostbar für eine allgemeine Anwendung*).

Der **kohlensaure Baryt** giebt gemischt mit Chlorkalisatz nach dem Mischungsverhältniss des Satzes No. 38. eine glänzende, grünliche Färbung, welche doch mehr *weiss* als grün zu nennen ist; ebenso *ohne* Schwefel nach dem Mischungsverhältniss des Satzes No. 101. —

Mit Salpetersatz gemengt geben die *Barytsalze* keine Färbung.

Zur Darstellung des grünen Flammenfeuers haben einige Feuerwerker ausser dem Kupfer und dem Baryum die

Boraxsäure benutzen wollen; sie giebt allerdings mit Chlorkalisatz gemengt eine deutlich grüne, mit violetter Flamme gemengte Färbung, die aber gar keine Lichtstärke besitzt und unter allen Mischungsverhältnissen zu wenig intensiv ist, um von derselben einen wirksamen Gebrauch machen zu können.

*) Die Erfindung einer leichteren Darstellungsweise desselben, als die gegenwärtige gebräuchliche, würde für die Lustfeuerwerkerei von grossem Gewinn sein, da die Wirkung desselben für grüne Flammenfeuersätze in der That überaus schön ist, doch muss es durchaus ganz rein von allen fremden Beimischungen und Verunreinigungen sein.

Rothe Farbe.

§. 111. Zur Darstellung der rothen Farbe wandte man früher ebenfalls, wie zur gelben, zuweilen Harze und Fette, meist aber Russ, Kohle und verschiedne kohlenstoffhaltige Körper an; doch die mit diesen Stoffen rothgefärbten Flammenfeuersätze sind ohne Lichtstärke, schwach gefärbt, und immer sehr rauchend, weil die rothe Färbung, welche diese Stoffe hervorbringen, zum Theil nur auf einem unvollkommenen Glühen einer grossen Menge sich abscheidenden Kohlenstoffes, zum Theil auf der geringen, röthlich violett färbenden Eigenschaft des Kaliums beruhet; demungeachtet sind einige dieser, der ältern Feuerwerkerei angehörigen Sätze, bei grossen Feuerwerken nicht ohne Wirkung und wegen ihrer grossen Wohlfeilheit oft sehr brauchbar.

Die besten der Art zusammengesetzter Sätze, sind nach meiner Erfahrung für *Lichtchen* diese:

No. 87. Salpeter .....3 Theile.
Feine Sägespäne von Tannenholz.....1 -

Dieser Satz brennt recht gut mit einer etwas unordentlichen, grossen, röthlich violetten Flamme, man feuchtet ihn mit einigen Tropfen *Terpentinöl* an, damit die Sägespäne mit dem Salpeter sich gleichmässig mischen.

No. 88. Salpeter.. .....4 Theile.
Schellack.....1 -

Die Färbung dieses Satzes ist röther als die des vorhergehenden, er putzt sich aber etwas schlecht, durch einen Zusatz von Mehlpulver kann man seine Brennungsgeschwindigkeit erhöhen, die Färbung wird aber dadurch gelblicher.

No. 89. Salpeter .....3 Theile.
Gepulvertes schwarzes Siegellack.1 -

Dieser Satz ist von Farbe recht schön, aber etwas faul.

No. 90. Salpeter.....4 Theile.
Mit Weingeist gedichteter Kienruss.....1 -

Dieser Satz ist dem vorhergehenden ziemlich gleich, die Färbung noch besser, die Flamme aber sehr dürftig, durch einen Zusatz von zwei Procent Schellack wird die Flamme besser, die Färbung aber gelblicher.

Ein ähnlicher Satz für *Leuchtkugeln* ist dieser:

No. 91. Salpeter ....14 Theile.
Feine Kohle. 3 -
Schellack ... 1 -

Für Theaterfeuer oder bengalische Flammen sind diese Sätze nicht brauchbar, weil sie gar keine Lichtstärke besitzen und einen dicken, russigen Rauch verbreiten.

Wir wollen uns bei diesen Sätzen weiter nicht aufhalten, da uns zwei andre Körper zu Gebote stehen, die unserm Zwecke weit besser entsprechen, diese sind der *Strontian* und der *Kalk*.

Schon längst war es den Chemikern bekannt, dass die salzsaure Verbindung des Strontianmetalls der brennenden Weingeistflamme eine schöne carmoisinrothe Färbung giebt, und diese Eigenschaft dieses Minerals leitete zuerst die Aufmerksamkeit der Lustfeuerwerker auf die Benutzung dieses Stoffes, die sich aber lange Zeit nur auf die Anwendung desselben für Theaterfeuer beschränkte, da die Art der Anwendung dieses Körpers geheim gehalten wurde, und der Stoff auch zu selten und zu kostbar war, um genügende Versuche für andre Zwecke der Feuerwerkerei damit anstellen zu können. Das rothe Feuer wurde indess für Theaterbeleuchtungen bald so allgemein beliebt, dass eine bedeutende Nachfrage nach diesem Stoffe entstand, was die Darstellung der Salzverbindungen dieses Stoffes im Grossen hervorrief und dadurch die allgemeinere Anwendung desselben möglich machte. Die Salzverbindungen des Strontianmetalls, die für unsern Zweck am besten passen, sind der *kohlensaure Strontian* und der *salpetersaure Strontian,* alle andern Salzverbindungen des Strontians sind entweder zerfliesslich oder geben unreinere Färbungen.

Der salpetersaure Strontian ertheilt jeder Flamme irgend einer Art eine carmoisinrothe Färbung, am schönsten zeigt sich die Färbungsfähigkeit dieses Salzes in der Verbindung mit dem Chlorkalisatze. Obschon dies Salz sehr lästige Eigenschaften für unsern Zweck besitzt, von denen sogleich die Rede sein wird, so ist seine schöne Wirkung doch durch keinen andern Stoff in der Lustfeuerwerkerei zu ersetzen.

Der salpetersaure Strontian zieht die Feuchtigkeit an, hält das angezogne Wasser fest und bläht sich dabei etwas auf, indem er aus der Pulverform in den Sätzen mit dem Wasser wieder in zusammenhängende Krystalle überzugehen strebt. Diese Eigenschaft beeinträchtigt gar sehr die Brennbarkeit dieser Sätze, wenn man nicht Gelegenheit hat, die damit versehenen Feuerwerkstücke immer an einem ganz trocknen Orte, wo möglich nahe an einem geheizten Stubenofen aufzubewahren. Eine andere noch üblere Eigenschaft dieses Salzes ist diese: Ein Gemisch von salpetersaurem Strontian, chlorsaurem Kali und Schwefel *entzündet sich zuweilen von selbst,* wie dies schon häufig vorgekommen ist. Die Ursache dieser Erscheinung beruhet unstreitig auf einer entstehenden Säuerung des Schwefels auf Kosten der an das Strontianmetalloxyd gebundenen Salpetersäure mittelst der grossen Affinität des Strontianoxydes zu der Schwefelsäure. Die hiebei in Thätigkeit tre-

tende Einwirkung der Bestandtheile dieses Gemisches kann aber nach chemischen Grundsätzen nur dann entstehen, wenn Wasser dabei vorhanden ist; sind die Bestandtheile dieses Gemisches vollkommen trocken und wasserfrei, so wird nie eine Entzündung zu besorgen sein, da aber der salpetersaure Strontian gern Wasser anziehet, und die Feuerwerksätze bei ihrer Anwendung nicht immer vollkommen vor feuchter Luft zu bewahren sind, so bleibt ein Satz, welcher salpetersauren Strontian, chlorsaures Kali und Schwefel enthält, immer mehr oder weniger gefährlich. Durch Beimischungen von Antimon wird die Selbstentzündlichkeit dieser Sätze, vermöge der grossen Affinität des Chlors zu dem Antimonmetall ungemein begünstiget. Auch durch nicht vollkommene Neutralität des Strontiansalzes kann eine Säuerung des Schwefels, und mittelst derselben eine Selbstentzündung des Gemisches entstehen; ein Zusatz von *kohlensaurem Strontian* als Bindungsmittel der vorhandenen überschüssigen Salpetersäure oder der sich bildenden Schwefelsäure soll die Selbstentzündung eines solchen Gemisches, nach der Ansicht der Chemiker, verhindern, was sehr wahrscheinlich zu sein scheint.

Die Anwendung des salpetersauren Strontians, gemischt mit Chlorkalisatz, ist indess in der Feuerwerkerei so einheimisch geworden und so ausgedehnt, dass ich nicht umhin kann, hier noch einige Angaben der mir mit am schönsten erschienenen Sätze der Art zu liefern. Für *Lichtchen* ist dieser Satz

No. 92. salpetersaurer Strontian..25 Theile,
chlorsaures Kali .....15 -
Schwefel .....13 -
Mastix ..... 1 -
Antimon ..... 4 -

von schöner Wirkung und *reiner* carmoisinroth, als der Satz No. 39.

Für *Leuchtkugeln* ist vollkommen schön:

No. 93. Salpetersaurer Strontian. 80 Theile.
Chlorsaures Kali.....50 -
Schwefel .....30 -
Feine Kohle ..... 3 -
Antimon.....10 -
Mastix ..... 6 -

Noch tiefer gefärbt, aber etwas faul ist:

No. 94. Salpetersaurer Strontian. 25 Theile.
Chlorsaures Kali.....15 -
Schwefel .....13 -
Mastix ..... 1 -
Feine Kohle..... 1 -
Antimon ..... 4 -

Ein einfacherer Satz von ebenfalls vollkommen schöner Wirkung ist dieser:

No. 95. Salpetersaurer Strontian. 3 Theile.
Chlorsaures Kali.....1 -
Schwefel .....1 -

Diesen Satz kann man ebenso wohl für Lichtchen als auch für Leuchtkugeln gebrauchen, er ist indess etwas faul, und man muss demselben durch einen Zusatz von zwei bis vier Procent feiner Kohle, je nachdem man ihn mehr oder weniger rasch haben will, zu Hülfe kommen, wodurch die Färbung weiter nicht beeinträchtiget wird. Wendet man diesen Satz für Leuchtkugeln an, so ist noch ein Zusatz von zwei Procent *Mastix*, als Bindungsmittel, nothwendig.

Der salpetersaure Strontian ähnelt in seinem Verhalten dem gewöhnlichen Salpeter, er verpufft mit brennbaren Körpern gemengt auch ohne Beimischung eines Brandsatzes mit einem reinen, leuchtenden Lichte in dieser Mischung:

No. 96. salpetersaurer Strontian ....48 Theile,
Schwefel.....16 -
Antimon ..... 2 -
feine Kohle ..... 1 -

doch *nur dann,* wenn das Strontiansalz chemisch rein und vollkommen wasserfrei ist. Zur Anwendung in der Lustfeuerwerkerei ist dieser Satz indess zu schwer entzündlich; ich führe denselben hier nur, als interessant für den Chemiker mit an.

Alle die Leuchtkugelsätze, welche salpetersauren Strontian enthalten, dürfen, behufs des Formens der Leuchtkugeln nicht mit Wasser, sondern müssen mit Weingeist angemacht werden, weil der salpetersaure Strontian, nähme man Wasser, sich mit einem Theil desselben chemisch krystallinisch verbinden und beim Trocknen der Leuchtkugeln in höherer Temperatur dann in dem aufgenommenen Wasser zerfliessen würde*).

Aus eben diesem Grunde muss man auch diese Leuchtkugeln, wenn man sie mit Anfeuerung überziehet, nicht mit Wasser, sondern mit Weingeist befeuchten; damit aber die Anfeuerung etwas Festigkeit erhalte, so mischt man etwa zwei bis drei Prozent Mastix unter den Anfeuerungssatz, welches vom Weingeist zum Theil aufgelöst wird und als Bindungsmittel dient.

*) Rührt man gepulverten salpetersauren Strontian mit *Wasser* zu einem dünnen Breie an, so erstarret das Gemisch nach einigen Minuten plötzlich zu einer steinharten Masse von krystallinischem Gefüge, bringt man diese Masse dann in eine höhere Temperatur, so zerfliesst sie wieder in dem aufgenommenen Wasser.

Wer die Gefahr der möglichen Selbstentzündung dieser Sätze scheuet, thut gut, sich nur der gefahrlosen, keinen Schwefel enthaltenden Sätze zu bedienen, von denen nachstehend zwei Angaben folgen, deren Wirkung den obigen an Glanz und Intensität wenig nachstehen.

Noch reiner von Färbung, als der Satz No. 30. nur etwas dürftiger von Flamme ist für *Lichtchen*

No. 97. salpetersaurer Strontian..24 Theile,
chlorsaures Kali .....16 -
Stearin ..... 4 -
grobe Kohle..... 1 -

Für *Leuchtkugeln* ist von sehr schöner Färbung und Glanz

No. 98. salpetersaurer Strontian ...2 Theile,
chlorsaures Kali.....2 -
Milchzucker .....1 -

Durch mehr oder weniger salpetersauren Strontian macht man diesen Satz nach Belieben fauler oder rascher, derselbe kann auch für Lichtchen von grossem Kaliber für bengalische Flammen gebraucht werden; obschon die Färbung bei dieser Anwendung etwas blass erscheint, so ist dieser Satz, so wie der obige No. 97 für Theaterbeleuchtungen, wo eine Selbstentzündung der für gleichen Zweck gebräuchlichen Schwefel enthaltenden Sätze sehr gefährlich werden kann, gar wohl zu empfehlen; ich selbst habe zu ähnlichem Zwecke davon mit gutem Erfolge im Zimmer Gebrauch gemacht.

In Sätzen, welche den *Salpetersatz* zu ihrer Grundmischung haben, giebt der salpetersaure Strontian keine genügende rothe Färbung, ich konnte auf diesem Wege nur eine schmutzigrothe Färbung erlangen. Für Lichtchen ist der nachstehende Satz in dieser Art ziemlich brauchbar:

No. 99. Salpeter.....2 Theile.
Schwefel.....1 -
Feines Mehlpulver.....2 -
Salpetersaurer Strontian...2 -

Ganz analog der Wirkung, welche das *Calomel* bei den *Barytsätzen* hervorbringt, vermehrt ein sehr geringer Zusatz davon auch die Intensität bei den *Strontiansätzen;* wo man das Calomel wegen seiner giftigen Eigenschaft nicht anwenden will, nimmt man anstatt desselben ein Kupfersalz. Bei den Sätzen, welche keinen Schwefel enthalten, muss dies eines der Kupfersalze sein, welche auch ohne Schwefel eine blaue Färbung erzeugen; sehr geeignet ist hiezu das *schwefelsaure Ammoniakkupfer.*

Für *Leuchtkugeln* ist dieser Satz sehr schön:

No. 100.	Salpetersaurer Strontian	25 Theile.
	Chlorsaures Kali	25 -
	Milchzucker	12 -
	Schwefelsaures Ammoniakkupfer	3 -

Das Kupfersalz bewirkt hier einen blauen Schein, welcher die Flamme der Leuchtkugel umgiebt, wodurch der, von Kohlenwasserstoff des Milchzuckers herrührende Stich ins Orange verschwindet, und die Flamme purpurroth erscheinen macht.

Kohlensaurer Strontian. Dieses Salz giebt ebenfalls, wie die salpetersaure Verbindung, ein reines rothes Licht, welches jedoch immer weit weniger glänzend und weniger intensiv gefärbt ist, als das des salpetersauren Strontians. Wegen seiner Dauerhaftigkeit und Luftbeständigkeit ist indess dies Salz sehr anwendbar, insbesondere für Leuchtkugeln, wie es bereits dafür im Satze No. 38. benutzt wurde.

Auch ohne Schwefel lassen sich mit diesem Salze in dieser Mischung

No. 101.	kohlensaurer Strontian	1 Theil,
	chlorsaures Kali	4 -
	Milchzucker	2 -

sehr schöne glänzende Leuchtkugeln darstellen, wiewohl die Färbung etwas intensiver sein mögte. Man kann diesen Satz mittelst Weingeist oder Wasser anmachen, es ist gleich.

Mittelst des *kohlensauren Strontians* ist es mir nicht gelungen, einen vollkommen guten *Lichtersatz* darzustellen, die Flamme bleibt immer zu wild, und hat eine schlechte, lange Form; durch einen Zusatz von Salpeter und Salmiak kann man die Flammenbildung verbessern, so ist nachstehender Lichtersatz

No. 102.	chlorsaures Kali	8 Theile,
	Milchzucker	4 -
	kohlensaurer Strontian	1 -
	Salpeter	1 -
	Salmiak	1 -

von Färbung und Flammenbildung recht schön, aber der Satz ziehet, vermöge des darinnen befindlichen Salmiaks leicht die Feuchtigkeit an, und ist daher nicht überall brauchbar.

Der kohlensaure Kalk, die *Kreide*, giebt ebenfalls mit Chlorkalisatz gemengt ein rothes Licht, welches an Intensität beinahe das des kohlensauren Strontians erreicht, gewöhnlich giebt die Kreide aber eine mehr *orange* als

carmoisinrothe Färbung, welche von Beimischungen anderer Erden, mit denen die Kreide verunreiniget ist, herrührt, man muss daher eine möglichst reine Kreide auswählen. Im Uebrigen verhält sich die Kreide ganz so, wie der kohlensaure Strontian, dessen Stelle sie in Ermangelung desselben als Surrogat vertreten kann.

Weder der kohlensaure Strontian, noch die Kreide geben mit Salpetersatz gemengt, eine wirklich rothe Färbung.

Gemischte Farben.

§. **112.** Durch Mischung zweier verschiedenfarbiger Flammenfeuersätze kann man verschiedene Farbennüancen hervorbringen, doch fast nie mit so vollkommenem Erfolge wie in der Malerei, denn es entstehet in der Regel keine eigentliche Vermischung der Farben, sondern es brennt jede einzelne Farbe entweder für sich besonders, oben, unten, oder neben der andern, oder die eine Farbe bleibt dominirend, oder beide Farben verschwinden zugleich. Die Ursache dieser Erscheinung liegt ohne Zweifel darinnen, dass die Zerlegung des einen Flammenfeuersatzes, oder was hier eins ist, das Entstehen seiner Färbung unter einer andern Temperatur als die des andern Satzes vor sich gehet, wodurch das Erscheinen der Farbe des einen oder des andern Satzes oder beider gehindert wird, es lässt sich daher in der Feuerwerkerei, mittelst Mischung eines roth brennenden Satzes mit einem blau brennenden kein vollkommenes Violett, durch Mischung eines gelb brennenden Satzes mit einem blau brennenden kein Grün u. s. w. erzeugen, man kann nur mittelst Beimengungen färbender Substanzen zu einem einfach farbig brennenden Satze der Farbe dieses Satzes eine andere Nüance geben, aber auch dies nur bis zu einem gewissen Grade, und nur wenige Sätze erlauben eine solche Abänderung ihrer Färbungen, niemals treten in *einem* Satze zweierlei Färbungen mit gleicher Intensität der Färbung auf, es bleibt eine Färbung stets dominirend.

Diese gemischten Farben sind auch im Allgemeinen nicht sehr effectvoll, denn das Auge wird leicht verleitet, die gebotene Farbennüance nicht für eine solche, sondern nur für eine misslungene einfache Farbe zu halten.

Von allen dergleichen Farbengemischen ist nach meiner Meinung nur das Violett von Wirkung, wofür ich hier einige nähere Angaben liefere.

Die rothen Strontiansätze geben mittelst Beimischung eines Kupfersalzes ein violettes Feuer; obschon auch hier keine eigentliche Mischung der blauen mit der rothen Farbe entstehet, und die blaue Farbe bloss um die rothe herumspielt, so nehmen sich dergleichen Sätze in nachstehenden Mischungen doch recht schön aus.

No. 103.	Chlorsaures Kali	9 Theile.
	Salpetersaurer Strontian	4 -
	Schwefel	6 -
	Bergblau	1 -
	Calomel	1 -

Dieser Satz ist sowohl für Leuchtkugeln, als auch für Lichtchen brauchbar. Für Leuchtkugeln wird derselbe mit Weingeist angemacht und zwei Procent Mastix als Bindungsmittel zugesetzt.

No. 104.	Chlorsaures Kali	17 Theile.
	Kohlensaure Strontianerde	5 -
	Schwefel	6 -
	Bergblau	2 -
	Calomel	1 -

Dieser Satz ist für Leuchtkugeln sehr hübsch und wegen seiner Dauerhaftigkeit empfehlungswerth, er wird mit Wasser angemacht, und für den Fall, dass die Leuchtkugeln sehr hart werden sollen, setzt man zwei Procent arabisches Gummi zu.

Die Färbung dieser beiden Sätze ist indess mehr carmoisin als violett zu nennen; setzt man mehr Kupfersalz zu, so wird die Färbung bloss im Allgemeinen geringer, ohne dass das Blau mehr hervortritt. Recht schön violett brennende Sätze, sowohl für Lichtchen als auch für Leuchtkugeln brauchbar, lassen sich, wie folgt, ohne Schwefel darstellen,

No. 105.	Chlorsaures Kali	6 Theile,
	salpetersaurer Strontian	4 -
	Milchzucker	3 -
	Bergblau	1 -
	Salpeter	2 -
	Salmiak	1 -

No. 106.	Chlorsaures Kali	8 Theile,
	Milchzucker	4 -
	Bergblau	1 -
	Salpeter	1 -
	Salmiak	1 -
	kohlensaurer Strontian	1 -

aber wegen des darin befindlichen Salmiaks müssen selbe vor Feuchtigkeit bewahrt werden; sollen sie für Leuchtkugeln dienen, macht man den Satz mit Weingeist an.

Durch Vermischung der rothen Strontiansätze mit weiss brennenden Sätzen kann man zwar ziemlich gut rosa gefärbte Sätze erhalten, allein die Flammenbildung wird schlecht, klein, ungleich und flackernd; blosse Beimengungen von Strontiansalzen zu weissen Flammenfeuersätzen bringen keine wirkliche rothe Färbungen hervor.

Strontiansätze, gemischt mit den grün brennenden Barytsätzen, liefern ebenfalls nur ein unansehnliches, schmutziges Roth, das rothe Strontianlicht unterdrückt die schwache grüne Färbung der Barytsätze gänzlich.

Gelb lässt sich mit weiss in allen zu verlangenden Abstufungen der Färbung mischen. Man setzt zu dem Ende dem gewöhnlichen weissen Lichtersatze eine geringe Quantität doppeltkohlensaures Natron oder oxalsaures Natron zu; ein Zusatz von einigen wenigen Procenten des Natronsalzes verwandelt das Weiss in ein helles Gelb. Mittelst Beimengungen von einer geringen Quantität Natronsalz zu den rothen Strontiansätzen kann man beliebige Nüancen von Orange erzeugen. Das Licht der grünen Barytsätze verwandelt sich mittelst Beimengungen eines Natronsalzes in ein vollkommenes Gelb ohne eine Spur von grüner Färbung zu behalten.

Die grünen Barytsätze geben zwar, mit weissen Sätzen gemischt, ein grünliches Weiss, da aber die Intensität der Färbung der Barytsätze überhaupt nur schwach ist, so dürfte ein solches Gemisch schwerlich eine zweckmässige Anwendung finden.

Die mittelst Kupfersalzen dargestellten blau brennenden Sätze lassen sich nicht mit andern Substanzen nüanciren, jede Beimischung irgend einer Art vernichtet die blaue Färbung mehr oder weniger.

§. 113. Ich habe alle Metalle oder deren Oxyde, die mir irgend zu Gebote standen, hinsichtlich ihrer Färbungsfähigkeit untersucht, ausser den hier angegebenen aber keine gefunden, deren Färbungsfähigkeiten hinreichend wären, um von denselben eine effectvolle Anwendung in der Lustfeuerwerkerei machen zu können. Die Flamme des Chlorkalisatzes wird durch *Eisenoxyd, Kobaltoxyd, Chromoxyd, Nickeloxyd, Thonerde, Braunstein, Zinkoxyd* gelblichroth, durch *Bleioxyd* grau, durch *Platinoxyd* und *Kadmiumoxyd* gelb, durch *Magnesia, Silberoxyd* und *Quecksilberoxyd* röthlichviolett, durch *Kieselerde* gelblich-violett, durch *Chlorgold* röthlich-grün, durch *Zinnoxyd* violett-grau, durch *Wissmuthoxyd* grau-grün; durch *Arsenik* hellblau gefärbt.

Schläge, Kanonenschläge.

§. 114. Obschon die Schläge nichts Wesentliches bei einem Feuerwerk sind, so ist es doch so allgemein Brauch, sie bei einigen zusammengesetzten Feuerwerkstücken und als Signal beim Beginn eines Feuerwerks anzuwenden, dass die Beschreibung ihrer Anfertigung hier einen Platz finden muss.

Verfertigung der Kanonenschläge. Man nehme eine kleine hölzerne Schachtel, welche vier Loth Kornpulver, nach Belieben auch mehr fasst, füllt sie mit Kornpulver ganz voll, und umwickelt sie dann so fest als möglich, nach allen Seiten abwechselnd, mit Bindfaden und alter Leinwand, wobei man sie dann und wann in warmen Leim taucht, und ehe man sie dann weiter überwickelt jederzeit vorher auf dem Ofen ganz trocken werden lässt.

Mit dieser Arbeit fährt man so lange fort, bis der Körper die Grösse einer Faust erlangt hat; dann bohrt man bis auf das Pulver ein Loch hinein, worin man eine Stopine steckt, an die ein wenig Zunder mit Anfeuerung geklebt wird. Will man kleine Schläge machen, so nimmt man Schwärmerhülsen, füllt sie vier bis sechs Kaliber hoch blos mit Kornpulver an, und behandelt sie übrigens wie einen Schwärmer.

Frösche.

§. 115. Man fertigt von gut geleimtem Schreibpapier über einen Stab von ein Viertel Zoll Durchmesser eine Hülse zweiter Art, von beliebiger Länge, gewöhnlich so lang wie es das Papier erlaubt, und lässt das Papier, je nachdem es stark ist, vier bis fünf Windungen machen. Die Hülse wird an einem Ende zugebogen und in dieselbe eine gewöhnliche Stopine, welche so lang als die Hülse ist, hinein gesteckt. Man legt die Hülse dann auf den Tisch, und streicht einigemal recht stark mit einem Falzbein darüber hin, wodurch die Hülse platt gedrückt und die in ihr steckende Stopine zerdrückt wird; ist dies geschehn, so biegt man die breit gedrückte Hülse in ein und ein halb Zoll weiter Entfernung wie ein Zickzack zusammen, und bindet in der Mitte einen Bindfaden fest um den entstandnen Körper; das offne Ende der Hülse versieht man mit Anfeuerung und etwas Zunder. Wird das Fröschchen angezündet, so schlägt die Stopine an jeder Ecke die Hülse durch, und der Körper hüpft dabei herum, wovon er seinen Namen bekommen hat. Je mehr die Stopine zerdrückt ist, desto langsamer erfolgt die Verpuffung.

Dies Feuerwerkstückchen wird nur zum Scherz gebraucht und gehört wohl eigentlich nicht in den Bereich der Lustfeuerwerkkunst; da aber mancher Leser die Beschreibung seiner Anfertigung in dieser Schrift suchen dürfte, so habe ich ihr hier einen Platz angewiesen.

Man hüte sich, das Fröschchen in der Hand abzubrennen; die Explosion geht oft sehr schnell vor sich, wobei man sich die Hand sehr verbrennen kann.

Die Frösche werden auch wohl zuweilen als Versetzungsstücke benutzt.

Pastilien, kleine Feuerrädchen.

§. 116. Eine Pastilie ist eine lange dünne Hülse, die mit einem heftig brennenden Satze gefüllt, spiralförmig zusammengerollt, ein kleines Feuerrad bildet. Die Wirkung dieser Feuerrädchen ist nur sehr schwach, aber recht artig; bei grössern Feuerwerken werden sie nicht gebraucht, und sie sind gleich den Fröschen mehr als ein Spielwerk für Kinder, denn als ein wirkliches Feuerwerkstück zu betrachten.

Verfertigung der Pastilien. Man fertige eine Hülse zweiter Art von ungeleimtem weissen Papier, so lang wie das Papier ist, über einen Draht von ein achtel Zoll Durchmesser, und schneide die dazu nöthigen Papierstreifen so breit, dass sie drei bis vier Windungen machen. Die Hülse wird auf einer Seite zugebogen, und mit einem raschen Funken — oder Doppelfeuersatze so fest als möglich voll gestopft. Man nimmt dann eine hölzerne Rolle, die ihrer Länge nach mit kleinen Narben versehen ist, wie man sie zum Narben der Busenstreifen gebraucht, legt die gefüllte Hülse vor sich hin auf einen glatten Tisch, und rollt mit der Rolle einigemal ihrer Länge nach darüber: dadurch wird die Hülse breit gedrückt und auf einer Seite etwas genarbt, was sie geschickt macht, sie leicht kreisförmig zu biegen. Hierauf nimmt man eine hölzerne runde Scheibe, einen Zoll im Durchmesser und ein achtel Zoll dick, mit einem Loch in der Mitte, wozu die hölzernen sogenannten Knopfformen sehr gut taugen, und rollt die Hülse, nachdem man zuvor ihre genarbte Seite etwas mit Kleister bestrichen, mit dem zugebogenen Ende zuerst spiralförmig auf die Kante der Scheibe auf, eben so, wie man einen runden Wachsstock anfängt zusammen zu rollen. Ein Stückchen Bindfaden wird dann quer über das entstandene Rädchen gebunden, damit die Hülse sich nicht aufrolle; man legt es auf den warmen Ofen so lange, bis der Kleister trocken ist, nimmt dann den Bindfaden wieder herunter und klebt auf beide Seiten der hölzernen Scheibe ein Stückchen doppeltes Papier; wenn das trocken geworden, sticht man mit einer grossen dicken Stecknadel ein Loch durch das Papier in der Mitte der runden Scheibe, und schlägt die Nadel mit ihrer Spitze horizontal

da ein, wo man das Rädchen abbrennen will. Man muss hierzu eine recht starke, aber nicht zu lange Nadel nehmen, und die Nadel, wenn sie fest steckt, etwas mit dem Kopfe nach der Erde zu biegen, damit das Rädchen, wenn es sich dreht, immer auf den Kopf der Nadel zuläuft und sich nicht an den Gegenstand, worin die Nadel steckt, anlehnt. Man nimmt in der Regel zu einem solchen Rädchen zwei Hülsen, die mit einander so verbunden werden, dass sie eine einzige lange Hülse bilden, damit das Rädchen lange brenne; mehr als zwei Hülsen darf man aber nicht nehmen, sonst dreht es sich anfangs nicht, weil es zu schwer wird. Man ladet gewöhnlich, wenn man zwei Hülsen nimmt, jede mit einem andern Satze.

Man kann auch, wenn man es will, die Hülsen zu den Pastilien von etwas weiterm Kaliber machen, jedoch nicht über ein viertel, höchstens ein drittel Zoll weit, sonst wird das Rädchen zu schwer und dreht sich nicht.

Von sehr gutem Effecte ist für die Pastilien dieser Satz:

No. **107.** feines Mehlpulver .....**30** Theile,
Schellak oder Bernstein ... **1** -

er giebt bei Anwendung des Schellaks eine röthliche, bei Anwendung des Bernsteins eine gelbe Flamme.

Bei den Sätzen für die Pastilien dürfen die dem Mehlpulver beizumengende Substanzen, insbesondere wenn sie schmelzbar sind, nicht allzu fein pulverisirt sein, sonst wird der Satz zu faul. Man kann auch zur Abwechselung des Feuers hie und da kleine Quantitäten eines farbigen Flammenfeuersatzes laden, doch muss man damit nur sehr sparsam umgehen; da die Flammenfeuersätze meist sehr faul sind, so tragen sie während der Zeit ihres Verbrennens nichts zur Bewegung des Rädchens bei, und es darf daher davon auch nur hie und da so viel in die Hülse geladen sein, dass die von dem vorher brennenden rascheren Satze bereits angenommene Bewegung des Rädchens für die Brennzeit der eingeladenen Quantität Flammenfeuersatz selbstständig ausreicht.

Ehe man die Hülse ladet, lasse man die dafür bestimmten Sätze recht trocken werden, sie fallen sonst zu schwer in der engen Röhre herab.

Zündlichter.

§. **114.** Um die Feuerwerkstücke anzuzünden, bedient man sich der sogenannten *Zündlichter;* es sind diese nichts anders als Hülsen zweiter Art, welche, wie die Lichtchen mit einem langsam brennenden Flammenfeuersatze geladen werden. Man macht die Zündlichter für die Lustfeuerwerkerei etwa

drei bis vier Linien dick und von der Länge eines gewöhnlichen Papierbogens; der Bequemlichkeit wegen befestiget man sie an kurze, hölzerne Stäbchen. Als Satz benutzt man dafür die Reste aller Arten von Flammenfeuersätzen, denen man etwas Harz zusetzt, um sie recht langsam brennend zu machen, damit man nicht zu viel Zündlichter verbrauche. Viele Feuerwerker benutzen für den Zweck der Zündlichter alle Arten von übriggebliebenen Lichtchen, um nicht besondere Zündlichter machen zu dürfen, aber es ist besser die Zündlichter besonders anzufertigen, denn da die meisten Flammenfeuersätze, mit denen die Lichtchen geladen werden- eine grosse Lichstärke mehr oder weniger besitzen, so macht es einen schlechten Eindruck, wenn die mit dem Anzünden der Feuerwerkstücke beschäftigten, herumlaufenden Personen, mit hell brennenden Lichtchen den Feuerwerkplatz, gar oft zum Nachtheil der Wirkung manches Feuerwerkstücks, beleuchten, auch oft dadurch die Aufmerksamkeit des Zuschauers irre leiten. Aus diesem Grunde setzt man den Flammenfeuersätzen für den Zweck der Zündlichter etwas *Harz* zu, wodurch die Lichtstärke dem Satz benommen und derselbe langsamer brennend gemacht wird; aus gleichem Grunde macht man die Zündlichter für die Lustfeuerwerkerei nicht über drei bis vier Linien Kaliber dick. Ein gutes Zündlicht muss eine ruhige kleine Flamme haben, keine Funken auswerfen, langsam, und mit möglichst geringer Lichtentwickelung brennen; nachstehender Satz entspricht diesen Anforderungen vollkommen.

No. 108.	Salpeter.....	12 Theile
	Feines Mehlpulver..	12 -
	Schwefel	3 -
	Colophonium	1 -

Werden die Bestandtheile dieses Satzes recht fein pulverisirt und recht innig mit einander gemischt, so brennt ein mit diesem Satze fest gestopftes Zündlicht von funfzehn Zoll Länge, zwölf bis funfzehn Minuten lang, mit einer ruhigen, wenig leuchtenden Flamme.

DRITTER ABSCHNITT.

Zusammengesetzte Feuerwerkstücke.

—◇—

Vorstellungen von architectonischen Zeichnungen, Namenszügen, Inschriften und anderen Figuren.

§. 118. Die Darstellung irgend einer bestimmten Figur, Namenszug, Stern, Arabeske etc. etc. kann auf verschiedene Art und Weise geschehen; entweder mittelst *Lichtchen*, wenn das Verlangte durch Flammenfeuer gebildet werden soll, oder mittelst *Fontainenbränder,* wenn man ein Funkenfeuer wünscht; zuweilen werden auch Flammenfeuer und Funkenfeuer zugleich angewendet. Man nennt eine solche Darstellung eine *Fronte* oder *Decoration;* werden mehrere dergleichen Decorationen bei einem Feuerwerk abgebrannt, so bekommen sie nach Maassgabe ihres Standortes und ihrer Grösse verschiedne Beinamen, als: *Nebenfronte, Seitenfronte, grosse Fronte, Hauptdecoration* u. s. w.

Alles, was man darstellen will, muss in der Zeichnung so einfach als möglich sein und einen grossartigen Charakter haben; kleinliche, künstliche Verzierungen und viele durcheinander laufende Linien nehmen sich nicht gut aus, und machen das Darzustellende undeutlich. Je grösser der Maassstab ist, nach welchem das Darzustellende gearbeitet wird, und je einfacher die Zeichnung, desto schöner ist die Wirkung.

Ich lasse nun hier die Beschreibung der Art und Weise folgen, nach welcher die Lichtchen oder die Fontainenbränder zusammengesetzt und mit einander verbunden werden, um die verlangte Figur dem Auge vorzuführen.

Flammenfeuervorstellung mittelst Lichtchen.

§. 119. Angenommen, man wolle einen Namenszug, ein Wort oder dergleichen mittelst Lichtchen darstellen, so verfährt man wie folgt:

Man lässt die nach Belieben gezeichneten Buchstaben einzeln von schwachen hölzernen Latten verfertigen, und giebt den Buchstaben eine Höhe von mindestens zwei bis vier Ellen, damit sie in einer Entfernung von 60 Schritt noch deutlich gesehen werden können.

In diese Latten werden quer durch, auf die durch die Zeichnung bestimmten Linien, runde Löcher gebohrt von dem Durchmesser der anzuwendenden Lichtchen; diese Löcher stehen zwei und ein halb bis drei Zoll von einander entfernt. Man nimmt nun die Lichtchen, taucht sie mit ihrem untern Ende ein viertel Zoll tief in warmen Leim, und steckt sie so tief in die gebohrten Löcher recht grade hinein, dass sie mit den Latten einen rechten Winkel bilden.

Sind alle Löcher mit den Lichtchen besteckt und der Leim trocken geworden, so nimmt man eine Stopine, legt sie mit ihrem Ende auf die Mündung des ersten Lichtchens, und bindet sie daselbst mit einem Zwirnfaden fest, den man mittelst einer Nähnadel einen viertel Zoll unter der Mündung des Lichtchens quer durch das Lichtchen durchzieht. Nun fertigt man dünne Röhrchen von Papier, Hülsen zweiter Art, von ein drittel Zoll Durchmesser, drei Papierumgänge stark und schneidet sie in Stücke so lang, wie die Entfernung von einem Lichtchen zum andern; ein solches Stückchen Hülse schiebt man dann auf die Stopine bis an das Lichtchen, wo dieselbe festgebunden, an, hierauf bindet man die Stopine auf das zweite Lichtchen fest, schiebt wieder eine Hülse auf die Stopine bis an das zweite Lichtchen heran und fährt so fort, bis alle Lichtchen durch Stopinen mit einander verbunden und zwischen den Lichtchen die Stopinen mit Hülsen überdeckt sind; dann schneidet man kleine Stückchen ungeleimtes Papier, bestreicht diese mit Kleister und überklebt damit die Mündungen der Lichtchen so, dass das Papier die Hülsen, die zwischen den Lichtchen liegen, mit erreicht, diese dadurch fest gehalten werden, und alles mit Papier zugedeckt ist.

Die einzelnen Buchstaben werden an Pfähle, oder an ein andres dazu schickliches Gerüst, in ihrer bestimmten Stellung neben einander, einige Ellen über dem Fussboden erhaben, befestigt und durch verdeckte Stopinen mit einander verbunden.

Auf diese Weise wird jede beliebige Zeichnung durch Lichterfeuer dargestellt; ist die Vorstellung sehr gross, so muss man sie in mehrere Stücke zertheilen, und diese dann in ihrer gehörigen Stellung auf einem besonders dazu auf dem Abbrennungsplatze aufgestellten Gerüste befestigen, und unter sich mit Stopinen verbinden.

Man sorge dafür, dass diese Verbindung der einzelnen Theile durch Stopinen mit einander, wo möglich immer an zwei bis drei verschiedenen Punkten stattfinde, d. h. dass sie überall zwei bis dreifach sei, damit, wenn durch die eine das Feuer zufällig nicht rasch genug fortgepflanzt werde, es durch die andre geschehe.

Jede Stopine muss überall mit einer Hülse von doppeltem oder dreifachen Papier bedeckt sein, weil sie nur so eingeschlossen schnell verbrennt, was bei einer dergleichen Darstellung, wo so viele Lichtchen auf einmal angezündet werden sollen, von Wichtigkeit ist*).

Da, wo eine Stopine zu Ende geht und eine zweite wieder anfangen soll, lasse man erstere einen halben Zoll vor der sie bedeckenden Hülse vorgehen, und schiebe auf die Hülse ein andres Stückchen Hülse von etwas weiterm Durchmesser und solcher Länge, dass es über das Ende der Stopine einen Zoll vorragt; in dieses Ende der weitern Hülse steckt man nun die Hülse der zweiten Stopine mit der Stopine, welche auch etwas vor ihrer Hülse vorragt, ein Stückchen hinein, und bindet die weitre Hülse auf beiden Seiten an die in ihr steckenden Hülsen fest, damit sich die Hülsen nicht mehr auseinander ziehen können. Hierbei sorge man dafür, dass die beiden Enden der ersten und zweiten Stopine nicht allein an einander anstossen, sondern auch ein Stückchen an einander vorbeigehn, damit man versichert ist, dass sie sich gegenseitig entzünden müssen, wenn eine oder die andere Feuer bekommt.

Da, wo die Verbindung eines Theils der Vorstellung mit einem andern Theile eine lange Stopinenleitung verlangt, kann man die Verbindung zweier Stopinen mit ihren Hülsen noch bequemer, wie folgt, darstellen.

Man macht die Stopinenhülsen über einen Stab, der an einer Seite etwas dicker als an der andern ist, wodurch die über ihm gefertigten Hülsen an einer Seite etwas enger als an der andern werden. Beim Gebrauch dieser Hülsen fängt man jederzeit mit dem engern Ende derselben an, und schiebt dann das engre Ende der zweiten Hülse in das weitre der erstern hinein; da, wo sich die Hülsen berühren, bestreicht man sie mit etwas Kleister, damit sie nicht mehr von einander lassen. Von den Stopinen darf hierbei nur die in der Hülse, welche in die andre gesteckt wird, etwas vor ihrer Hülse vorstehen, die andre Hälfte muss mit ihrem weitern Ende etwas *vor der in ihr* steckenden Stopine hervortreten.

Um sicher zu sein, dass alle Lichtchen schnell in Brand gerathen und keine Verbindungsstopine versage, so ist es wohl gut, etwas dicke Stopinen zu nehmen, aber man muss dies ja nicht übertreiben, denn man riskirt dann, dass die Heftigkeit des Stopinenfeuers ein oder das andere Lichtchen herunterschlägt. Sehr leicht ist dies der Fall, wenn mehrere Communicationen auf der Mündung *eines* Lichtchens zusammenlaufen, oder wenn eine sehr lange Stopinenleitung auf der Mündung eines Lichtchens endet; man muss dies so

*) Die Ursache dieses Verhaltens der Stopine beruhet auf der grossen Expansität des kohlensauren Gases, welches durch die Verbrennung der Stopine erzeugt wird, und welches, wenn es nicht frei entweichen kann, sich in den Stopinenröhrchen fortbewegt, dabei die bereits entstandene Temperatur und Flamme mit sich fortreissend, die Stopine ihrer ganzen Länge nach auf einmal schnell in Brand setzt.

viel als möglich zu vermeiden suchen, und auf die Mündung *eines* Lichtchens nicht gern mehr als eine Stopine leiten, auch die entferntern Communicationen lieber immer zwischen den Lichtchen anbringen. Da, wo dies nicht angeht, thut man gut, einen starken Draht oder Nagel neben dem Lichtchen, von dem man befürchtet, es könne heruntergeschlagen werden, einzusetzen, und das Lichtchen in der Mitte daran zu binden, damit es dem Stopinenfeuer mehr Widerstand leiste. Um ganz sicher zu sein, dass keine Stopinenleitung versage, ist es wohl am zweckmässigsten, anstatt *einer* dicken Stopine, *zwei* dünne überall neben einander laufen zu lassen.

Die Mündungen der Lichtchen müssen durchaus blos mit dünnem, leichten, einfachen Papier überklebt sein, denn ist die Bedeckung der Mündungen zu dick, so kann das Feuer der Anfeuerung nicht augenblicklich das bedeckende Papier verbrennen; das Feuer fährt mit Heftigkeit in die nebenliegenden Papierröhrchen, weil es sich einen Ausweg sucht, wodurch das nächststehende Lichtchen, wenn es nicht sehr steif ist, heruntergeschlagen werden kann. Für das Ueberkleben der Mündungen der Lichtchen darf kein Leim, sondern muss Mehlkleister genommen werden; der Leim würde in die Anfeuerung des Lichtchens und in die darauf liegende Stopine einziehen und dadurch ihrer Verbrennlichkeit schaden, der Mehlkleister thut dies nicht und schadet daher auch nicht. Manche Feuerwerker zerschneiden die Stopinenröhrchen nicht in Stücke, sondern lassen sie ganz und schneiden blos da, wo sie auf den Lichtchen aufliegen, zu unterst ein kleines Loch hinein, durch welches das Feuer der Stopine sich der Anfeuerung des Lichtchens mittheilt; da aber dadurch die Mündung des Lichtchens sehr dick mit Papier bedeckt wird, so kann dies, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, nachtheilig werden. Ebenso binden auch manche Feuerwerker die Stopinen nicht mit einem Zwirnfaden auf die Lichtchen fest, weil das Durchziehn der Zwirnfaden durch das Lichtchen etwas mühsam ist, sondern sie schlagen oder stecken mittelst einer Drahtzange durch Röhrchen und Stopine eine kurze Stecknadel in die Mündung des Lichtchens hinein, wodurch erstere festgehalten werden; ich gebe aber der Befestigung mit dem Zwirnfaden den Vorzug, denn die Befestigung mittelst einer Nadel macht sich ebenfalls nicht gut, und man verbiegt oder zerbricht dabei leicht die Lichtchen.

Man muss sich ferner hüten, mehrere Lichtchen sehr dicht neben einander zu stellen; die Luft, welche sich um die Lichtchen herum befindet, nimmt, wenn die Räume zwischen den Lichtchen klein sind, eine sehr hohe Temperatur an und die Verbrennung der dicht neben einander stehenden Lichtchen erfolgt dadurch schneller als derjenigen Lichtchen, welche weniger dicht neben einander stehen.

Stehen mehrere Lichtchen *klumpweise*, dicht *aneinander*, so ziehet sich das Feuer in die, durch die aneinanderstehenden Lichtchen gebildeten, kleinen

Zwischenräume hinein, und die Lichtchen fangen an allen Seiten Feuer; die kleinen Räume zwischen den Lichtchen wirken dann in der Art, wie ein ähnliches Verhalten bei den bengalischen Flammen §. **101.** näher erklärt worden ist.

Ist die Vorstellung so gross, dass ihre Zusammensetzung im Freien auf dem Feuerwerkplatze vielleicht einen Tag vor Abbrennung derselben geschehen muss, so ist es zweckmässig, das Ganze mit einem guten Oelfirniss zu überstreichen, damit der Thau oder ein kleiner Regen ihr nicht schade; kann man einen solchen Anstrich vermeiden, so ist es indess besser, da er immer nachtheilig auf das Feuer der Lichtchen wirkt. Enthält die Vorstellung Theile, welche mit Lichtchen aus Sätzen, die die Feuchtigkeit anziehen, besetzt sind, so thut man gut, diese Theile so einzurichten, dass sie einzeln aus der Vorstellung herausgenommen, im Trocknen aufbewahrt und kurz vor der Abbrennung wieder an ihren Platz gebracht werden können; ebenso ist es zweckmässig, dergleichen Lichtchen nicht mit Leim, sondern mit geschmolznem *Pech* in die Latten einzusetzen, denn die Feuchtigkeit des Leims zieht durch die dünne Hülse in den Satz hinein, der feuchtgewordne Satz macht das Papier der Hülse mürbe, und das Lichtchen bricht dann leicht unten ab; aus diesem Grunde laden manche Feuerwerker die Lichtchen zuerst, so weit ohngefähr, wie sie in den Latten stecken und in Leim getaucht werden, mit Thon und darauf erst mit dem Satze, welches ebenfalls ganz zweckmässig ist, aber das Laden der Lichtchen umständlicher macht.

§. **120.** Durch eine geschickte und zweckmässige Zusammenstellung *verschiedenfarbig* brennender Lichtchen kann der Effect der verschiedenen Farben für das Auge ungemein erhöhet werden, ja es beruhet die Wirkung einer Färbung, wenn die Färbung schwach ist, oft nur allein darauf, dass eine andere Farbe neben ihr stehet, die ihr gleichsam als Folie dienen muss.

Sollen zwei oder mehrere verschiedene Farben neben einander zugleich brennen, so müssen die Farben so gewählt werden, dass sie sich gegenseitig in ihrer Wirkung für das Auge unterstützen; hierauf hat der Feuerwerker ganz besonders sein Augenmerk zu richten, wie aus Nachstehendem noch näher hervorgehen wird.

Eine jede Farbe erzeugt in unserm Auge die Empfindung einer andern Farbe, oder vielmehr das Verlangen nach einer gewissen andern; wird letztere dem Auge dargeboten, so wird die Empfindung derselben um so lebhafter sein, je lebhafter das Verlangen nach derselben durch die Erstere hervorgerufen war*). Das Streben des Auges nach einer zweiten Farbe ist so stark, dass es die *verlangte Farbe* in einer ihm gebotenen *nicht verlangten* oftmals

*) Das Auge verhält sich hier so wie das Ohr, welches nach einem Septimenaccord einen diesem Accorde entsprechenden Dreiklang zu hören verlangt.

zu finden glaubt, und eine und dieselbe Farbe, unter verschiedenen Umständen, für verschiedene Farben zu halten verführt werden kann.

Man nennt diese vom Auge verlangte Farbe die

Ergänzungsfarbe, Suplementfarbe. Die Ergänzungsfarben stehen in gegenseitigem gleichen Verhältniss untereinander. Die *rothe* Farbe verlangt die grüne Farbe als Ergänzungsfarbe, *Grün* verlangt roth, *Violett* verlangt Gelb. *Gelb* verlangt Violett, *Blau* verlangt Orange, *Orange* verlangt Blau. Es können die, den Ergänzungsfarben ähnliche, verwandte Farben die wirklichen Ergänzungsfarben ersetzen; so ersetzt *Blau* Grün und auch Violett, *Violett* ersetzt Roth, *Roth* ersetzt Orange u. s. w. Die *weisse* Farbe kann aus gleichem Grunde eine jede verlangte Suplementfarbe einigermaassen ergänzen, indem das Auge aus der weissen Farbe, als den Zusammenfluss aller Farben, sich die verlangte Farbe selbst hervorruft; daher erscheinen auch die farbigen Flammenfeuersätze bei Tageslicht angezündet weit intensiver gefärbt, als bei Nachtzeit.

Wird eine schwache Färbung neben eine intensivere Färbung *gleicher Farbe* gestellt, so vernichtet die letztere die Wirkung der ersteren nicht allein gänzlich, sondern zwingt die erstere sogar, ergänzungswidrig zu erscheinen.

Hieraus siehet man, dass bei gleichzeitiger Anwendung verschiedenfarbig brennender Lichtchen die Farben immer so gewählt werden müssen, dass sie sich gegenseitig ergänzen, um die höchst möglichst intensiveste Wirkung der Farben auf unser Auge zu erreichen; einige Beispiele werden dies deutlicher machen.

Siehet man z. B. einige Minuten lang auf eine rothe Fläche und wendet man dann das Auge auf anders gefärbte, oder weisse Gegenstände, so erscheinen diese alle grünlich gefärbt; sind diese Gegenstände an und für sich grün, so erscheint dann ihre Färbung dem Auge weit intensiver und schöner, als vorher. Neben einem weissen Lichtersatze kann man alle andern Farben brennen lassen; neben der *gelben* Farbe wird der weisse Satz bläulich, neben der *blauen* Farbe gelblich, neben der *grünen* Farbe röthlich, neben der *rothen* Farbe grünlich erscheinen. Lässt man neben einer reinen rothen Farbe eine schwächere ins orange ziehende rothe brennen, so erscheint die orangerothe Färbung dem Auge nur als ein schmutziges Gelb. Der grüne Barytsatz No. **29** macht, neben dem rothen Satze No. **30**, die schönste Wirkung, eben so der blaue Satz No. **27**. Die schwach gefärbten grünen Lichtersätze No **.71.72.73.** sind von sehr schöner Wirkung und von vollkommen deutlicher Färbung, wenn man ihnen ein rothes Licht entgegen stellt. Gelb muss man nie neben grün oder roth brennen lassen, dies macht natürlich eine schlechte Wirkung für die Empfindung des Auges; mit Roth kann man Gelb *allenfalls* zusammenstellen, wenn man dazu sehr intensiv gefärbte und sehr lichtstarke Sätze wählt.

Nicht minder wichtig, als die Erwägung der zweckmässigen Zusammenstellung verschiedener Farben, ist die Erwägung ihrer verschiedenen *Lichtstärken.* Im Allgemeinen ist zu bemerken, *dass diejenige Farbe, welche durch eine andere gehoben werden soll, immer der sie hebenden, an Lichtstärke nachstehen oder mindestens gleichstehen muss,* sonst bleibt die Ergänzungsfarbe ohne alle Wirkung; da, wo die Wahl der Farben nicht immer so möglich ist, muss man durch grössere Massen ein oder der anderen Farbe ihrer Wirkung zu Hülfe kommen; so ist zum Beispiel die schwache Färbung der Barytsätze nur dadurch für das Auge intensiver zu machen, dass man sie entweder mit den rothen Strontiansätzen, welche eine gleich starke Lichtentwickelung besitzen, zusammenbringt, oder, sie nur höchst sparsam zusammengestellt mit einer überwiegenden Menge weisser, oder lichtschwacher, rother Lichtchen, anbringt. Durch Zusammenstellung der lichtschwachen rothen Sätze No. 87. 88. 89. 90. mit Barytsätzen wird die Färbung der ersteren ungemein erhöhet; dagegen darf man die lichtschwachen *blau* brennenden Sätze nie mit Barytsätzen zusammen bringen, weil weder die grüne Farbe die Ergänzungsfarbe der blauen, noch die blaue Farbe die Ergänzungsfarbe der grünen ist; es bleibt daher die grüne Farbe, als die lichtstärkere überwiegend, und das Auge, nunmehr *roth* verlangend, sucht die ihr jetzt zuwidere blaue Farbe selbst zu verbannen oder sich wenigstens der Empfindung derselben zu entschlagen, weshalb in dieser Zusammenstellung die Wirkung der blauen Farbe fast gänzlich für unser Auge verschwindet. Dagegen treten die lichtschwachen blauen Sätze sehr deutlich und rein hervor, wenn man neben sie ein *lichtstarkes* Orange oder Roth stellt; weniger bedeutend erscheint das Blau neben einem lichtstarken gelben Lichte, obwohl das Blau die eigentliche Ergänzungsfarbe sowohl des Roth als des Gelb vertreten kann; es scheint, dass das *reine* Blau sich mehr der Ergänzungsfarbe des Roth, dem Grün anschliesst, als dem Violett. Nach eben diesen Grundsätzen wird die Farbe der lichtschwachen, rothen Sätze No. 19. 20. 21. 22. 87. 88. 89. 90. ungemein erhöhet, wenn man ihnen das lichtstärkere Blau eines *Zinksatzes,* No. 7. 18. entgegen stellt, und ebenso gewinnen diese blauen *Zinksätze* ungemein an Intensität der Färbung, wenn sie neben den noch lichtstärkeren *Strontiansätzen* brennen.

Lichtchen, welche mit Sätzen geladen sind, die keine starke Lichtentwickelung besitzen, muss man nie in geringer Menge anwenden, und immer nur mit solchen lichtstärkerern Lichtchen zusammenbringen, welche ihre wirklichen Ergänzungsfarben haben.

Alles, was hier über die Zusammenstellung verschiedenfarbig brennender Lichtchen gesagt wurde, findet gleiche Anwendung und Berücksichtigung bei Benutzung der *Leuchtkugeln,* der *Theaterfeuer,* der *Doppelsätze,* im allge-

meinen überall da, wo die Wirkung des Feuerwerkstücks von der Wirkung der Farbe des Feuers abhängig ist.

Die Latten, an denen die Lichtchen befestigt sind, streicht man gewöhnlich *schwarz* an, damit das Auge in der Dunkelheit sie nicht sieht und die Form des Darzustellenden vor der Abbrennung erkenne, wodurch die Ueberraschung geschwächt werden würde. Manche Feuerwerker geben den Latten die Farbe des Feuers der Lichtchen, welche sie tragen, oder ihre Ergänzungsfarben; die Färbung des Feuers wird dadurch allerdings vermöge des Reflexes erhöht, aber das Ganze verliert dabei ebenfalls sehr an überraschender Wirkung, weil man dann schon vor der Abbrennung ungefähr die Farbe und Form gewahrt, die man dann erblicken soll.

Eine sehr schöne Wirkung macht es, wenn man jedes Lichtchen mit verschiednem Feuer, aber in genau abzumessenden Mengen, eins wie das andre ladet, so dass die Farbe des Feuers durch die ganze Vorstellung wechselt.

Da die Sätze für die Lichtchen sehr verschiedenartig, rascher oder langsamer brennen, so muss man bei der Anwendung verschiedenfarbig brennender Lichtchen sich ein wenig darnach richten, und die Lichtchen, die mit einem raschern Satze geladen werden, etwas länger als die andern machen, damit alle ziemlich zugleich verlöschen.

§. **121.** Wenn man sich die Mühe nimmt, in jedes Lichtchen einen kleinen Schlag*) auf den Boden desselben, ehe man den Satz hineinschüttet, einzuladen, so macht das Abbrennen dieser kleinen Schläge eine recht artige Wirkung.

Viele Lichtchen von einem kleinen Kaliber machen eine bessre Wirkung als *wenigere* Lichtchen von grösserm Kaliber.

Für diese Flammen- oder Lichterfeuer-Vorstellungen gebraucht man gewöhnlich Lichtchen nicht unter drei Linien und nicht über vier Linien Kaliber; die vier Linien Lichtchen machen die beste Wirkung, besonders wenn die Vorstellung gross und vom Auge etwas entfernt ist, aber sie kosten eine grosse Menge Satz, daher wendet man häufiger die drei Linien Lichtchen an.

Funkenfeuervorstellung.

§. **122.** Man nimmt Fontainenbränder von beliebigem Kaliber und Länge, und befestigt sie in so einer Lage auf die dazu angeordneten Latten, dass ihr ausströmendes Feuer die Linien bildet, die man vorgestellt haben will; die Bränder werden ebenfalls durch Stopinen mit einander verbunden, wobei man wie folgt, verfährt.

Man wickelt ein mit Kleister bestrichnes Papier um den Kopf des Bränders zweimal herum und schneidet es so breit, dass es etwa drei bis vier Kaliber

*) Eine blos mit Kornpulver gefüllte, kleine Schwärmerhülse.

über dem Kopfe vorragt und gleichsam eine dünne Verlängerung des Kopfes bildet; ist es getrocknet, dann nimmt man eine Stopine, die in einer Hülse steckt und vor der Hülse ein viertel Zoll vorragt, diese steckt man in die Verlängerung des Bränderkopfes, schlingt einen Bindfaden um letztern und zieht ihn zusammen, so dass die Stopine mit ihrer Hülse auf dem Kopfe des Bränders festgehalten wird. In die Anfeuerung im Kopfe des Bränders bohrt man zuvor eine kleine Grube, welche das vor der Hülse der Stopine vorstehende Ende derselben zur sichern Entzündlichkeit aufnimmt; noch besser ist es, wenn man in die Anfeuerung im Kopfe des Bränders einige Stückchen Stopinen mit einklebt, welche dann mit der Verbindungsstopine in Berührung kommen. Das andre Ende der Stopine, welches ebenfalls vor der sie bedeckenden Hülse ein wenig vorragen muss, wird auf dieselbe Art in dem Kopfe des zweiten Bränders, zugleich mit einer zweiten Stopine befestigt; diese zweite Stopine wird mit ihrem andern Ende wieder an den Kopf des dritten Bränders gesteckt und so fährt man fort, bis alle Bränder durch Stopinen mit einander verbunden sind. Werden die Bränder mit einem sehr raschen Satze geladen, und ist die zur Aufnahme der Stopinenleitung den Kopf der Bränder bedeckende Papierhülse etwas dick, so geschieht es zuweilen, dass ein solcher Bränder, gleich nachdem er Feuer bekommen hat, zerspringt, weil das den Kopf einhüllende Papier den freien Ausgang des Feuers hindert; es ist daher nothwendig, die Ladung der Bränder zuerst immer mit einer Ladeschaufel eines faulen Satzes zu beginnen, wozu der Raketensatz am besten ist.

Die Bränder für eine solche Vorstellung macht man in der Regel nicht unter sechs und nicht über acht Linien Kaliber, es sei denn, dass der Zweck oder die Zeichnung des Darzustellenden andre Kaliber erheischt, so dass auch oft Bränder von verschiedenen Kalibern bei einer und derselben Vorstellung angewendet werden. Die Bränder von sechs Linien Kaliber macht man gewöhnlich sieben und einen halben Zoll, die von acht Linien Kaliber neun Zoll lang.

Die Bränder einer Funkenfeuervorstellung müssen alle möglichst zu gleicher Zeit verlöschen, weil es sehr schlecht aussieht, wenn einzelne zu früh ausbrennen, oder einzelne länger nachbrennen; da nun die Funkenfeuersätze wie die Flammenfeuersätze verschieden in ihren Brennzeiten sind, so ist es bei gleichzeitiger Anwendung verschiedner Sätze, wie bei den Lichtchen, nothwendig, die Länge der Bränder nach der Raschheit oder Faulheit des Satzes zu bestimmen. Ein Bränder von acht Linien Kaliber, sieben Zoll hoch, mit den Fontainensätzen oder denen der umlaufenden Stäbe geladen, brennt ohngefähr fünfundzwanzig Secunden lang.

Da es eine sehr gute Wirkung hervorbringt, wenn in *einer* Vorstellung die Formen des Dargestellten abwechseln und die Vorstellung sich in eine zweite und dritte verwandelt, so kann man neben den Brändern, die die erste

Vorstellung bilden, andere anbringen, durch die die zweite dargestellt wird und diese mit der erstern so verbinden, dass, wenn erstere ausgebrannt sind, sich die zweiten entzünden. Zu dem Ende ladet man die Bränder der ersten Vorstellung mit dem dazu bestimmten Satze, bis auf ein und einen halben Kaliber massiv voll, und würgt sie dann über dem Satze so weit zu, dass nur noch eine kleine Oeffnung übrig bleibt, in diese steckt man ein klein Stückchen starke Stopine und klebt sie mit Anfeuerung fest, oder man füllt auch nur die Oeffnung nebst dem übrigen leeren Theil der Hülse mit Anfeuerung aus, so dass der Bränder an seinem Ende so, wie an seinem Kopfe, geformt ist.

Dieses Ende des Bränders umwickelt man dann eben wieder mit einem Streifen Papier, worin eine Stopine festgebunden wird, die man mit ihrem andern Ende in dem Kopfe eines Bränders der zweiten Vorstelluug befestigt, so dass, wenn ein Bränder der ersten Vorstellung ausbrennt, er einen der zweiten Vorstellung entzündet. Es versteht sich von selbst, dass in den Brändern der ersten Vorstellung die Menge des Satzes genau in allen gleich sein muss, damit sie alle zu einer Zeit ausbrennen.

Soll die Vorstellung sich in eine dritte etc. verwandeln, so verfährt man mit den Brändern der zweiten Vorstellung, wie mit denen der ersten etc. Hierbei gebe man aber wohl Acht, dass nicht der Strahl eines Bränders eine Verbindungsstopine treffe, ihre Hülse durchbrenne, und, was erst später brennen soll, zur Unzeit entzünde.

Ueberall, wo man dies befürchtet, muss man die Stopinenleitung durch eine Bedeckung von Pappendeckel davor zu schützen suchen, wo dies aber nicht angeht, überstreicht man sie mit einem Brei, den man aus Thon, Leimwasser und etwas Alaun macht. Dieser Anstrich schützt alles damit Ueberzogene sehr gut vor der Entzündung, und seine Anwendung ist sehr zu empfehlen.

Man muss bei einer und derselben Vorstellung nicht Flammenfeuer und Funkenfeuer zugleich brennen lassen, es macht keine gute Wirkung, denn das Erstre verdunkelt das Letztre so sehr, dass man wenig davon sieht; wo eine solche Zusammenstellung geschehen soll, muss man mindestens solches Flammenfeuer wählen, das die *wenigste* Lichtstärke entwickelt, und es nur so sparsam als möglich anbringen, damit das Licht des Funkenfeuers überwiegend bleibe.

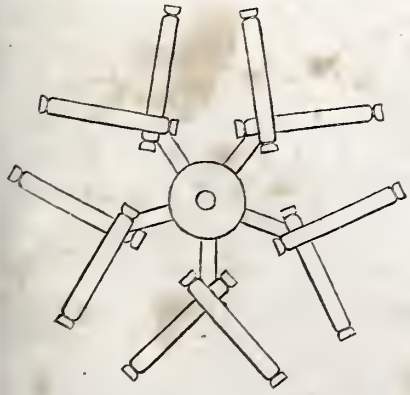
§. 123. Zur Bequemlichkeit der Feuerwerkverfertiger lasse ich hier noch die kurze Beschreibung einiger leicht zu verfertigenden, sich gut ausnehmenden Feuerwerkstücke folgen, die auf die eben angegebne Art zusammengesetzt sind.

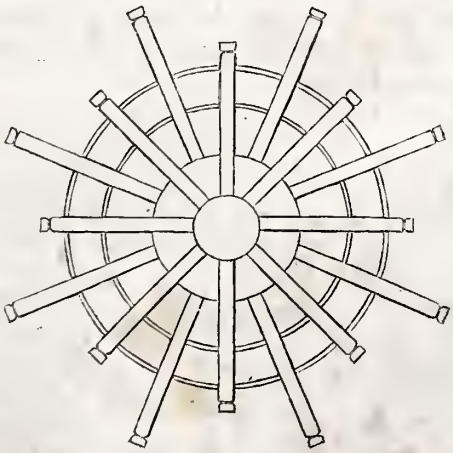
Kleiner Stern. Man nimmt sieben Hülsen erster Art, beliebigen Kalibers, und ladet sie massiv mit einem beliebigen Satze, mit oder ohne Schlag, wie man will; bei sechsen davon wird die Kehle mit ein wenig Papier verstopft, dass der Satz ohne alle Oeffnung eingeschlossen ist. Diese sechs Hülsen leimt man der Länge nach an die siebente, gewöhnlich gefüllte, mit ihrem

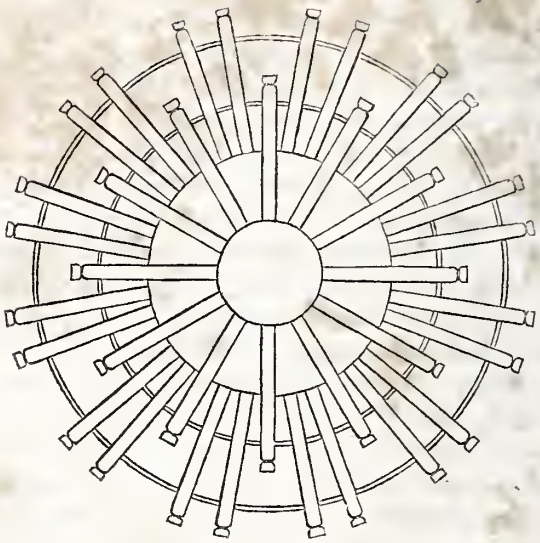
Kopfe sämmtlich an einem Ende an, und bohrt da, wo der Satz anfängt, unter ihrem Kopfe in die sechs äussern Hülsen, durch die Hülse bis auf den Satz, in jede ein ein Dritttheil Kaliber weites Loch, rechtwinklicht mit der Hülse und in gerader Linie auf die mittelste Hülse zu, wie die beigefügte Figur im Durchschnitt zeigt. Diese sechs Löcher werden durch Stopinen mit einander und mit der Mündung der mittelsten Hülse verbunden. Diese Sterne lassen sich sehr zweckmässig als Verzierungen bei grössern zusammengesetzten Feuerwerkstücken gebrauchen und machen eine gute Wirkung.

Man findet in den Feuerwerkschriften die Darstellung eines kleinen Sternes so angegeben: eine Schwärmerhülse wird, nachdem man die Kehle mit einer Ladung Thon verstopft hat, mit einem beliebigen Satze massiv geladen; da, wo der Satz anfängt, werden in gleicher Entfernung von einander fünf oder sechs Löcher in die Hülse um ihre Peripherie bis auf den Satz gebohrt, und diese Löcher durch eine Stopine mit einander verbunden. Das ausströmende Feuer bildet allerdings einen Stern, aber so oft ich es auch versuchte, nie waren die Strahlen gleich breit und lang; immer verstopfte sich mehr oder weniger bald das eine bald das andre Loch, und gab ein unordentliches, verwirrtes Feuer.

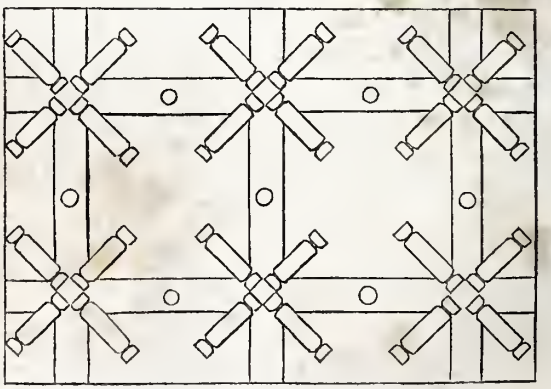
Grosse Sterne. Die hier beigefügten Figuren zeigen deutlich ihre Zusammensetzung und bedürfen weiter keiner Erklärung; in die Mitte des Sternes setzt man ein Feuerrad, einen umlaufenden Stab, einen kleinen Stern, oder einen Kreis von farbigem Lichterfeuer etc. Ein mittelst *Körnerfontainen*, §. **125**., gebildeter, dergleichen grosser Stern, macht eine sehr prächtige Wirkung.

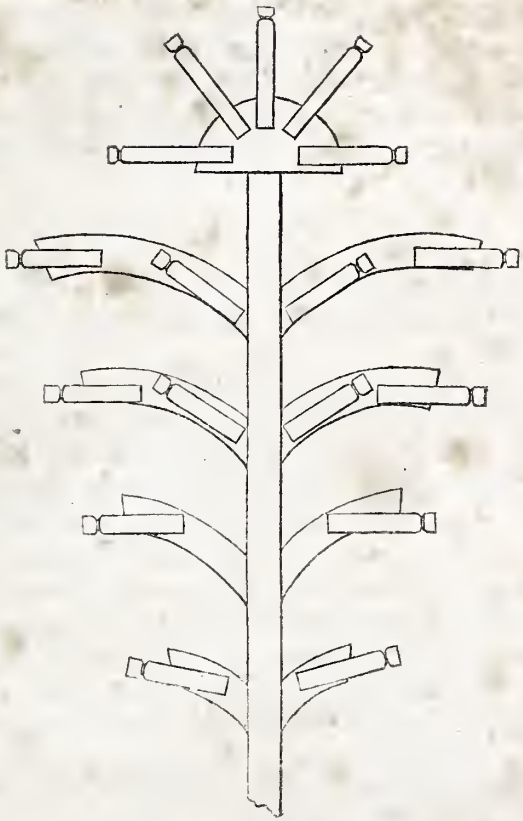






Mosaik ist eine Zusammensetzung von Brändern, deren Strahlen regelmässige, sich wiederholende Formen bilden, in der Art des Musters einer Zimmertapete. Man wendet sie nur zur Ausfüllung der leeren Flächen bei grossen architektonischen Darstellungen an; ihre Zusammensetzung kann auf die mannigfachste Weise abgeändert und nach Gefallen auch mit farbig brennenden Lichtchen verziert werden; hierzu muss man aber nur solche Farben wählen, die wenig Lichtstärke besitzen, und nicht zu viel Lichtchen anbringen, damit das Licht des Funkenfeuers gegen das der Lichtchen überwiegend bleibt.

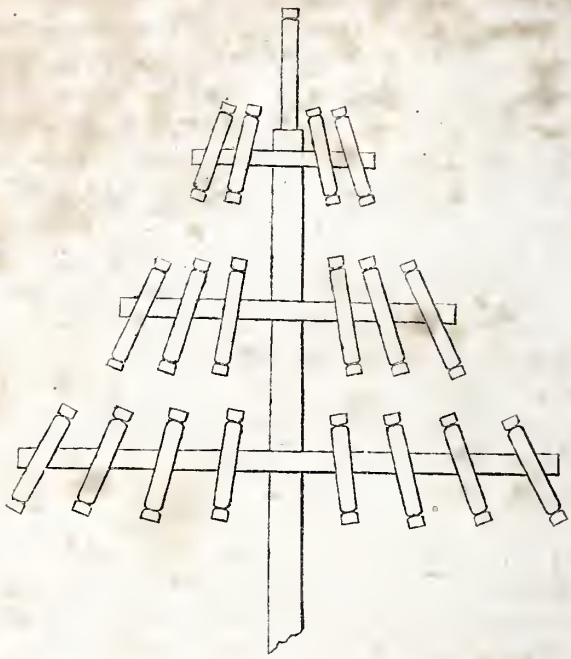




Palmbaum. Diese Zeichnung, welche einen Baum vorstellt, nimmt sich sehr gut aus, wenn sie in einem etwas grossen Maassstab ausgeführt wird. Die Bränder, welche den Stamm bilden, ladet man mit Sätzen, welche viele kleine Funken auswerfen, für die obern Bränder, welche die Blätter bilden, wählet man die Sätze, welche dicke strahlige Funken geben, und zwischen durch setzt man gewöhnlich einige kleine farbige Lichtchen als die Blüthchen des Baumes.

Die folgende Zeichnung, welche einen

Wasserfall vorstellt, macht sich ebenfalls sehr hübsch aus, besonders wenn man die Bränder schichtweise mit verschiedenem Funkenfeuer und zu hinterst mit Brillantsatz ladet.



Wasserfall.

Ich muss hier noch einer andern Art, Namenszüge, Decorationen oder dergleichen im Feuer darzustellen, gedenken, die früher sehr häufig angewendet wurde, nämlich durch

Luntenfeuer.

§. **124.** Die Verfertigung ist folgende: Man zerlässt über dem Feuer eine beliebige Menge Schwefel in einem Kessel, und rührt auf jedes Pfund Schwefel ein Loth Antimonium und ein Loth Grünspan gepulvert hinein; dann nimmt man ganz lose gedrehte fingerdicke wergne Stricke, legt sie in den geschmolznen Schwefel und lässt diesen ganz und gar hineinziehen, man nimmt dann die Stricke wieder heraus und rollt sie, noch warm, auf einem Brette glatt. Die so entstandne Lunte, eigentlich dicker Schwefelfaden, wird nun auf die vorzustellenden Linien mit kleinen Nägeln auf den Latten befestigt; damit letztere aber nicht anbrennen, müssen sie vorher mit einem dicken Ueberzug von Leimwasser und Thon bedeckt werden; man macht dann aus

einem beliebigen nicht allzu raschen Flammenfeuersatze, mit Wasser einen Brei, bestreicht damit die Lunte über und über, und ehe der Brei trocken geworden, streut man etwas Schwärmer- oder Raketensatz darauf; zuletzt wird längs der Lunte hin eine Stopine gelegt und alles mit Papier überklebt.

Das Luntenfeuer macht keine besondre Wirkung, weil der Schwefel, wenn er wie hier für sich allein verbrennt, fast gar kein Licht entwickelt, man wendet es jetzt auch fast gar nicht mehr an, weil überdem der Dampf von einer so grossen Menge brennenden Schwefels den Zuschauern oft sehr lästig wird.

Blumenstrauss, Körnerfontaine.

§. 125. Man nehme eine Hülse erster Art, nicht unter zwölf Linien Kaliber, noch besser ist es, wenn man dazu eine Hülse von achtzehn Linien innerem Durchmesser anfertigt, gebe der Kehle derselben einen halben Kaliber Weite und lade sie *massiv* mit dem Funkenfeuersatze No. 11. Unter den Satz werden *zwanzig* bis *fünfundzwanzig* Procent, dem Gewichte nach, kleine, farbige Leuchtkugeln gemengt.

Man vermische nicht die ganze zu verbrauchende Quantität Satz mit der angegebnen Quantität Leuchtkugeln, sondern jede einzelne Ladeschaufel Satz, die man in die Hülse schüttet, mit der nöthigen Anzahl Leuchtkugeln, damit diese vollkommen gleichmässig sich in der Hülse vertheilen. Ich habe diese kleinen Leuchtkugeln immer einzeln geformt und sie drei Linien hoch und zwei und eine halbe Linie im Durchmesser gemacht; wem aber das Formen so vieler kleiner Leuchtkugeln zu mühsam ist, kann sie auf folgende Art verfertigen. Man breitet den zu einem steifen Teige gemachten Leuchtkugelsatz einen Viertelzoll hoch auf ein glattes Brettchen aus, welches man zuvor ein wenig mit Talg bestrichen hat, damit der Satz nicht an das Brettchen zu fest anklebe, und macht dann mit einem Messer kreuzweis Schnitte von ein Viertelzoll Entfernung in den Teig, durch den Teig durch bis auf das Brettchen auf, so dass der Teig in lauter Würfel von der Grösse eines Viertelzolls zertheilt wird, die sich, sobald sie trocken geworden sind, leicht von einander trennen lassen. Einer Anfeuerung bedürfen diese kleinen Würfel oder Leuchtkugeln für den vorliegenden Zweck nicht. Diese kleinen Leuchtkugeln werden durch den brennenden Satz alle brennend, und wenn der Satz etwas rasch ist, ziemlich hoch durch die Kehle der Hülse herausgeworfen, was einen überaus schönen Effect macht. Die Wahl der Farben ist am besten *blau*, *roth* und *grün*, von jeder Farbe eine gleiche Anzahl Leuchtkugeln unter einander geworfen.

Da der Satz mit den darunter gemengten Leuchtkugeln fest in der Hülse comprimirt werden muss, so kann man für dies Feuerwerkstück natürlich nur solche Leuchtkugeln anwenden, welche recht hart sind. Die Leuchtkugelsätze No. 36. 37. 38. — sind hiezu die passendsten, und es ist zweckmässig, diesen Sätzen noch ein bis zwei Procent Gummi arabicum zuzusetzen.

Eine so geladne Hülse kann man einzeln, perpendikulär aufgestellt, abbrennen oder auch mit andern zusammengesetzten Feuerwerkstücken verbinden, was dem Geschmack des Feuerwerkers überlassen bleibt und weiter keiner besondern Angabe bedarf.

Die grösste Dimension, die ich für einen dergleichen Blumenstrauss der Hülse gab, war drei Zoll innerer Durchmesser, aber man verbraucht für einen so grossen Blumenstrauss von etwa vier und zwanzig Zoll Länge, drei bis vier Pfund Satz nebst mindestens einem halben Pfund Leuchtkugeln, und er macht verhältnissmässig keine den grössern Kosten entsprechende grössere Wirkung als ein Blumenstrauss von achtzehn Linien Kaliber, welche letztere Grösse mir für dieses Feuerwerkstück am zweckmässigsten zu sein scheint.

Das *Laden* eines Blumenstrausses ist mit einiger Gefahr verbunden; durch die Reibung beim Zusammenschlagen des Satzes kann sich eine von den Leuchtkugeln, wenn sie chlorsaures Kali enthalten*), entzünden; mir ist dieser Fall einmal begegnet, obschon ich einen hölzernen Setzer gebrauchte; Hülse und Stock wurden dabei zerrissen, und der bereits in der Hülse fest geschlagne Satz verbrannte in einem Moment mit einer gewaltigen Explosion; man suche daher beim Laden eines Blumenstrausses den Körper, so wie Arme und Beine so viel als möglich von der Hülse zu entfernen, schlage sie lieber *frei, ohne Stock,* und nicht allzu stark**).

Römische Lichter, Leuchtkugelstangen.

§. 126. *Römische Lichter* sind lange Hülsen, mit einem schwachen Funkenfeuer geladen, aus denen in kurzen Zwischenräumen Leuchtkugeln in die Höhe geworfen werden. Sie sind eine besondere Zierde des Feuerwerks, und erregen immer, wenn sie in einiger Menge auf einmal angezündet werden, das meiste Interesse bei den Zuschauern; so einfach im Grunde ihre Verfertigung ist, so erfordert sie doch viel Genauigkeit. Man kann sie von jedem beliebigen Kaliber verfertigen, da aber die von einem grossen Kaliber bei weitem keine verhältnissmässig grössere Wirkung gegen die von einem kleinen

*) Siehe §. 170.

**) Für dieses Feuerwerkstück würde das Laden mittelst einer Presse §. 62. sehr zweckmässig sein, um die Gefahr einer Entzündung zu vermeiden.

Kaliber thun, so macht man sie in der Regel wenig unter und wenig über acht Linien Kaliber.

Verfertigung eines römischen Lichtes von acht Linien Kaliber. Man verfertige eine Hülse erster Art von acht Linien Kaliber, fünfzehn bis sechszehn Zoll lang, würge sie an einem Ende ganz zu, am andern Ende bleibt sie offen. Nun schüttet man in die Hülse eine Ladung *Kornpulver*, dessen Quantität weiter unten näher bestimmt ist, und setzt darauf eine *Leuchtkugel* von circa ein Quentchen Schwere, welche gut mit Anfeuerung, wie in §. **91.** angegeben worden, überzogen sein und genau in die Hülse, eher zu lose als zu stramm, passen muss. Auf die Leuchtkugel schüttet man *ein* Quentchen eines beliebigen faulen Funkenfeuerssatzes; dieser Satz wird mit einem Setzer sanft zusammengedrückt, ohne dabei einen Schlägel anzuwenden, weil man sonst das Kornpulver oder die Leuchtkugel zerdrücken könnte. Der §. **72.** angegebne Raketensatz ist für die römischen Lichter am passendsten. Auf den Funkenfeuersatz kommt wieder eine Ladung Kornpulver, dann wieder eine Leuchtkugel, auf diese wieder ein Quentchen Funkenfeuersatz, und so fährt man fort, bis die Hülse voll ist; in eine auf diese Weise geladene Hülse von fünfzehn Zoll Länge gehen acht bis neun Leuchtkugeln mit ihrer Ladung und Funkenfeuersatz. Man richte die Ladung so ein, dass sich die Mündung der Hülse gerade mit einer Ladung Funkenfeuersatz schliesst, und dass die oberste Kugel nicht zu nahe an der Mündung der Hülse liegt, sondern dass die oberste Funkenfeuerladung eher etwas mehr als ein Quentchen betrage, damit das römische Licht einige Zeit vorher ruhig brenne, ehe eine Leuchtkugel ausgeworfen wird; durch eine kleine Abänderung der Quantitäten Funkenfeuersatz, die über den Leuchtkugeln liegen, lässt sich dies sehr leicht reguliren. Längere Hülsen, über fünfzehn bis sechzehn Zoll lang, um mehr Leuchtkugeln einladen zu können, muss man nicht nehmen; denn wenn das römische Licht gar zu lange brennt, so geräth der obere Theil der Hülse leicht in Flammen, was einen sehr schlechten Eindruck bei den Zuschauern macht. Die Ladung Kornpulver für eine jede Leuchtkugel ist ein Drittel der Schwere ihres Gewichts; da aber mit jeder Kugel, die aus der Hülse fliegt, der Raum, den die nächste Kugel in der Hülse zu durchlaufen hat, länger, und dadurch die Wirkung des Pulvers auf die Kugel stärker wird, so müssen die Pulverladungen für die untersten Kugeln geringer sein, als die für die Kugeln, welche der Mündung der Hülse näher liegen.

Ueber die steigende Quantität Kornpulver für jede Leuchtkugel, je näher diese der Mündung der Hülse zu liegen kommen, lässt sich kein bestimmtes Maass angeben, da die Wirkung des Kornpulvers theils von seiner grössern oder mindern Güte, theils davon abhängt, ob die Leuchtkugeln mehr oder weniger lose in die Hülse gehen; man muss die richtige Quantität Kornpulver für die Ladungen durch Versuche ermitteln; ungefähr kann man annehmen, dass

die unterste Leuchtkugel nur *ein Sechstheil* ihres Gewichts, die der Mündung am nächsten liegende oberste Leuchtkugel aber *zwei Dritttheil* ihrer Schwere zur Kornpulverladung bedarf; die zwischen der untersten und obersten liegenden Leuchtkugeln erhalten nun ihre Ladungen in ungefähr gleichmässig steigender Proportion zwischen ein Sechstheil bis zwei Dritttheil ihrer Schwere. Sollte die oberste Leuchtkugel sehr nahe an der Mündung des römischen Lichtes liegen, so muss man für diese noch einige Gran Kornpulver mehr nehmen, sonst steigt sie gegen die übrigen zu einer zu geringen Höhe. Man gebraucht für die Kornpulverladungen ein Pulver, welches nicht allzu stark an Kraft, aber recht gleichmässig gekörnt ist, ein Pulver von sehr ungleichem Korne macht bei so kleinen Quantitäten, wie es hier angewendet wird, eine ungleiche Wirkung. Die Ladungen für die Leuchtkugeln dürfen im Allgemeinen nicht zu stark sein, nur gerade so, dass die Leuchtkugeln zu einer mässigen Höhe gehoben werden, und *von unten auf vollkommen brennend* in die Höhe steigen; ist die Ladung sehr stark, so werden sie zwar höher geworfen, aber sie entzünden sich dann *vollkommen* erst immer, wenn sie den höchsten Punkt ihrer Aufsteigung erreicht haben, was keinen schönen Anblick gewährt und dem Charakter eines römischen Lichtes als zuwider von den Feuerwerkern betrachtet wird, oder sie gehen blind, d. h. sie brennen gar nicht an, was natürlich der grösste Fehler ist. Die aus den Sätzen No. **37**, **51**, **69**, **74**, **75**, **79**, **85**, **91**, **93**, **94**, **95**, **98**, **100**, **102** gefertigten Leuchtkugeln brennen etwas schwerer an als die aus den Sätzen No. **34**, **35**, **36**, **38**, **50**, **58**, **64**, **66**, **80**, **86**, **101**, **103**; man muss daher für die erstern die Ladungen etwas schwächer nehmen, als für die letztern. Die Beobachtung und richtige Ermittelung dieser Dinge macht die Anfertigung eines vollkommen guten römischen Lichtes zu einer der Arbeiten, welche die meiste Aufmerksamkeit und die meisten Proben erfordern.

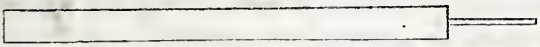
§. **127**. Viele Feuerwerker machen für die römischen Lichter keine cylinderförmigen, sondern *runde* Leuchtkugeln; es scheinen die runden kugelförmigen Leuchtkugeln allerdings besser für diesen Zweck zu sein als die cylinderförmigen, weil das Funkenfeuer von oben herab dann leichter zwischen der Leuchtkugel und der innern Wand der Hülse eindringen und das darunter liegende Kornpulver entzünden kann, und weil die runde Form für einen aus einem Cylinder zu werfenden Körper aus physikalischen Gründen die zweckmässigste ist. Ich habe mich indess immer mit gutem Erfolge der cylinderförmigen Leuchtkugeln bedient, weil mir die Anfertigung der runden stets zu mühsam war.

§. **128**. Von mehrern Feuerwerkern werden für die römischen Lichter recht zweckmässig cylinderförmige Leuchtkugeln angewendet, *welche in der Mitte durch und durch ein Loch haben*. Dieses durch die Leuchtkugel gehende Loch dient theils dazu, um eine Communication des Funkenfeuer-

satzes mit dem unter der Leuchtkugel liegenden Kornpulver zu bilden, theils die Leuchtkugel *innen* zu entzünden; solche Leuchtkugeln gehen dann auch bei einer etwas starken Pulverladung seltner blind, weil sich das Feuer in dem Loche der Leuchtkugel auch bei einem heftigen Auswurfe leichter erhält; ist die Leuchtkugel bloss an ihrer äussern Fläche entzündet, so wird durch die Reibung an den Wänden der Hülse die entzündete Leuchtkugel leicht wieder ausgelöscht.

Die Anfertigung solcher in der Mitte durchbohrter Leuchtkugeln geschiehet, wie folgt:

Man setzt in die Mitte der obern Fläche des Stäbchens, welches zum Formen der Leuchtkugeln dient, einen messingnen Draht, *ein* und *eine halbe* Linie dick, ein, bei Leuchtkugeln von grösserem Kaliber verhältnissmässig dicker. Dieser Draht ist grade so lang, als der messingne Ring vor diesem Ende des Stäbchens vorragt. Durch diese Vorrichtung erhält man Leuchtkugeln, welche in der Mitte durchbohrt sind. Solche Leuchtkugeln muss man auf die in §. **91**. angegebne Art, *erst nachdem sie trocken geworden,* mit der nöthigen Anfeuerung überziehn, damit sie recht vollkommen ihre Form behalten, und das durchgehende Loch nicht zusammengedrückt werde.



Ich habe es für zweckmässig befunden, die Hülsen für die römischen Lichter zwischen den Windungen des Papiers *gar nicht* zu leimen oder zu kleistern, die Leuchtkugeln scheinen mir aus ungeleimten Hülsen gleichmässiger als aus geleimten aufzusteigen; denn der Leim bläht sich zwischen den innern Windungen der Hülse durch die Hitze auf und macht dadurch die Hülse während des Brennens des römischen Lichtes im Innern ungleich und enger, wodurch der Auswurf der Leuchtkugeln gehindert und dadurch ungleich wird.

§. **129**. Für die Kornpulverladungen gebrauche ich ein gutes gewöhnliches Musketenpulver, das nicht allzu grob gekörnt ist, sondere mittelst eines gröbern Siebes die zu groben Körner, und mittelst eines feinen Siebes den feinen Staub und die feinen Körner davon ab, so dass es ganz gleichmässig an Körnern werde. Für *acht* Leuchtkugeln in einer Hülse von fünfzehn Zoll Länge vertheile ich die Pulverladungen, wie folgt:

Für die erste, unterste,	Leuchtkugel	**9**	Gran	Kornpulver.
- - zweite	-	**10**	-	-
- - dritte	-	**10**	-	-
- - vierte	-	**12**	-	-
- - fünfte	-	**12**	-	-
- - sechste	-	**15**	-	-
- - siebente	-	**20**	-	-
- - achte, oberste	-	**30**	-	-

Das Abwägen dieser kleinen Quantitäten Pulver würde zu zeitraubend sein; man fertige sich daher kleine Hohlmässer an, welche grade die hier vorkommenden Mengen fassen, und lege sie der Reihe nach, wie sie hier folgen, bei der Arbeit vor sich hin auf den Tisch; ebenso kann man auch den Funkenfeuersatz mit einem Hohlmaasse messen, anstatt jede Portion mit der Waage abzuwägen. Für die Hohlmässer zu den Pulverladungen dienen recht bequem die gewöhnlichen messingnen *Fingerhüte*, man lässt einen einige Zoll langen messingnen Stiel an jeden seitwärts anlöthen, und feilt den Fingerhut von oben so weit ab, bis er grade die verlangte Quantität Pulver fasst, oder man tropft, um ihn weniger fassend zu machen, so viel Siegellack hinein, als nothwendig ist.

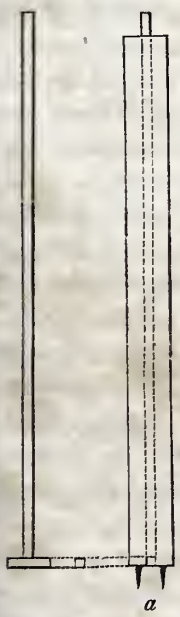
Will man die Leuchtkugeln recht hoch steigen lassen, so verstärkt man die Pulverladungen, die anzuwendenden Leuchtkugeln müssen dann aber aus leicht entzündlichen raschen Sätzen bestehen, sonst gehen sie blind.

§. **130.** Es kommt häufig vor, dass die Leuchtkugeln nicht sogleich nach ihrer Entzündung aus der Hülse geworfen werden, sondern dass sie erst zuvor einige Momente lang in der Hülse brennen, dies ist ein unangenehmer Fehler, weil einentheils die Wirkung der Leuchtkugel in der Luft geschwächt wird, wenn sie schon vorher zum Theil in der Röhre verbrennt, anderntheils entstehet durch das Verbrennen der Leuchtkugel an der Mündung der Hülse eine helle Flammenbildung, was einen schlechten Effekt macht, denn die angenehme Wirkung eines römischen Lichtes beruhet eben auf dem Contraste, welchen das aus dem Funkenfeuer unerwartet aufsteigende Flammenfeuer der Leuchtkugeln hervorbringt. Dieser eben erwähnte Fehler entstehet dadurch, dass sich der auf der Leuchtkugel liegende Funkenfeuersatz zum Theil zwischen der Leuchtkugel und der innern Wand der Hülse festsetzt, wodurch die Communication des Feuers mit der, unter der Leuchtkugel sich befindenden Kornpulverladung gehindert und länger, als es sein sollte, aufgehalten wird. Durch Anwendung der runden kugeligen Leuchtkugeln wird dieser Uebelsand etwas, wenn auch nicht ganz, beseitiget; aber die kugeligen Leuchtkugeln haben dagegen den Nachtheil, dass sie bei gleichem Höhenerforderniss des Raumes in der Hülse ein Drittel weniger Masse enthalten, als die cylinderförmigen, und daher auch in der Luft eine geringere Wirkung machen; die in der Mitte durchbohrten cylinderförmigen Leuchtkugeln, von denen oben die Rede war, sollten den erwähnten Fehler am besten beseitigen, allein nach meiner Erfahrung entstehet hier wieder ein anderer Nachtheil; passt nämlich die Leuchtkugel etwas stramm in die Hülse, oder hat sich ein Theil des Funkenfeuersatzes fest zwischen der Leuchtkugel und der Hülsenwand zusammengesetzt, und wird dann das unter der Leuchtkugel liegende Kornpulver durch das, durch die Leuchtkugel hindurch führende Loch in dem Augenblick entzündet, als die obere Fläche der Leuchtkugel Feuer bekommen hat, so gehet die,

etwas festsitzende Leuchtkugel mit zu grosser Gewalt in die Luft und daher in der Regel blind.

Man kann dem Verbrennen der Leuchtkugeln in der Hülse, ehe sie herausfliegen, vollkommen begegnen, wenn man sich nicht die Mühe verdriessen lassen will, wie folgt, zu verfahren.

Die Leuchtkugeln, rund oder cylinderförmig, müssen von einem etwaskleinern Durchmesser als der Kaliber der Hülse sein, damit sie ganz leicht und lose in die Hülse hineingehen; auf eine jede Leuchtkugel wird oben auf, ehe man den Funkenfeuersatz einladet, eine *runde Scheibe* von Kartenpapier gelegt; diese Scheibe muss genau die Queerdurchschnittsfläche der Hülse ausfüllen und hat in ihrer Mitte ein Loch von *ein Drittel* Kaliber Weite, auf diese Scheibe wird dann der Funkenfeuersatz geladen. Es verhindert diese auf der Leuchtkugel liegende Scheibe, dass der Funkenfeuersatz zwischen den Wänden der Hülse und der Leuchtkugel herabfalle und dadurch die Communication des Feuers mit der Kornpulverladung störe. Sobald der Funkenfeuersatz verbrannt ist, bekommt die Leuchtkugel mittelst des Loches in der Scheibe dann gerade in der Mitte ihrer obern Fläche Feuer, dies verbreitet sich gleichmässig nach allen Seiten und dringt augenblicklich zwischen der lose in der Röhre liegenden Leuchtkugel und zwischen der innern Hülsenwand hinunter, hier entzündet es die Kornpulverladung, und die Leuchtkugel wird im Moment ihrer von oben geschehenen Entzündung herausgeworfen *). Zu bemerken ist hiebei noch, dass der Rand der Scheibe zwar vollkommen sich an die Hülsenwand anschliessen muss, die Scheibe aber auch nicht zu fest in der Hülse stecken darf, sonst wird durch diesen Widerstand die Kraft der Pulverladungen auf die Leuchtkugeln zu stark, und diese gehen dann blind.



Um diese runden Scheiben von Kartenpapier in der Hülse auf ihren Platz zu bringen, bedient man sich folgenden Werkzeuges: Man lasse einen hölzernen runden Stab drehen, etwa achtzehn Zoll lang und sechs Linien dick. Dieser Stab ist seiner Länge nach durchbohrt, an einem Ende hat er einen Einschnitt bei *a*, und auf der obern Fläche von beiden Seiten des Einschnittes sind zwei stählerne zwei Linien lange spitzige Stifte *c*, *d*, eingesetzt. Die beigefügte Figur zeigt diese obere Fläche, von oben angesehen. Ein messingner Draht von einer Linienstärke, der an einem Ende ein Queerstück, eine

*) Die Scheiben wirken hier auf die Anfeuerung der Leuchtkugeln ähnlich, wie die Röhrchen, welche die Stopinen bedecken, auf die Stopinen wirken, §. 119.

Krücke, sechs Linien breit hat, steckt in dem hölzernen Stabe so, dass die Krücke in dem Einschnitte *a* zu liegen kommt. Will man nun eine Papierscheibe in der Hülse auf eine Leuchtkugel legen, so legt man die Scheibe auf ein Brettchen von weichem Holze, spiesst sie mittelst der beiden Spitzen *c*, *d* an, und steckt den Stab mit ihr in die Hülse bis dahin fest auf, wo die Scheibe zu liegen kommen soll. Der messingne Draht, der an dem andern Ende des Stabes etwas vorgehen muss, wird nun mit einer Hand festgehalten, und der Stab mit der andern Hand einige Zoll in die Höhe gezogen, dadurch stösst die Krücke des Drahtes die Scheibe von den Spitzen los und lässt sie an ihrem bestimmten Orte liegen.

§. **131.** Auch bei der sorgsamsten Arbeit kommt es zuweilen vor, dass die Pulverladungen unter den Leuchtkugeln keine gleichmässige Wirkung machen, die Ursache hievon liegt darin, dass das Kornpulver sich in dem, unter demselben lose liegenden Funkenfeuersatz hineinwühlt, weil dieser keine feste Oberfläche darbietet, und dann nicht in einem Moment verbrennt; ich glaubte diesem Uebelstande begegnen zu können, indem ich den Funkenfeuersatz etwas mit Weingeist anfeuchtete; es entstand dadurch bei dem Zusammendrücken jeder Satzportion in der Hülse obenauf eine vollkommen ebene dichte Fläche, worauf dann die Kornpulverladung zu liegen kam, und die Arbeit des Ladens des römischen Lichtchens wurde nebenbei weit reinlicher, weil das unangenehme Stauben des Funkenfeuersatzes vermieden war, allein es entstand durch das Anfeuchten des Funkenfeuersatzes ein anderer grösserer Uebelstand; ein so geladenes römisches Licht verbrannte nämlich noch einmal so schnell, als ein anderes, in welches der Funkenfeuersatz ganz trocken eingeladen war; die Ursache dieses Verhaltens wird der Leser sich aus dem erklären können, was in §. **55.** gesagt worden ist, es gehet daraus auch hervor, dass man ein römisches Licht nie *fest,* sondern nur *lose* laden muss. Den eben erwähnten Uebelstand der vorkommenden ungleichen Wirkungen der Kornpulverladungen kann man nur dadurch beseitigen, dass man auf jede Portion des eingeladenen Funkenfeuersatzes eben eine solche Papierscheibe legt, wie auf die Leuchtkugeln, damit die Kornpulverladung sich nicht mit dem Funkenfeuersatz vermischen kann, aber die Anfertigung der römischen Lichter wird natürlich immer umständlicher und zeitraubender durch dieses Mittel, welches sich übrigens mir als sehr zweckmässig bewährt hat.

§. **132.** Ich gebe hier noch die zu beobachtenden ohngefähren Gewichtsverhältnisse bei Anfertigung eines römischen Lichtes von *zwölf Linien* Kaliber. In eine dergleichen Hülse von etwa vierzehn Zoll Länge und von zwölf Linien Kaliber lassen sich *sechs* Leuchtkugeln, wie nachstehend, laden.

Die Leuchtkugeln sind, *rund,* etwa drei Viertel Loth, *cylinderisch,* ein Loth schwer, auf jede Leuchtkugel wird ein Loth Funkenfeuersatz geladen, und für die Pulverladungen nehme ich

für die erste, unterste Leuchtkugel		20 Gran
- - zweite	-	30 -
- - dritte	-	40 -
- - vierte	-	60 -
- - fünfte	-	100 -
- - sechste, oberste	-	130 -

Bei gleichzeitiger Abbrennung mehrerer römischer Lichter, welche mit verschiedenfarbigen Leuchtkugeln geladen sind, hat man in Betreff der Wahl der Farben auf alles das zu achten, was darüber in §. 120 gesagt wurde.

Bomben, Lustkugeln.

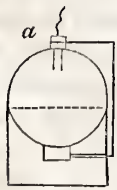
§. 133. Eine Bombe ist eine hohle Kugel, welche man von Pappendeckel, auch wohl von Holz anfertiget und mit Leuchtkugeln, zuweilen auch mit andern dergleichen Versetzungen füllt; sie erhält einen Zünder in der Art, wie die Bomben, welche im Kriege gebraucht werden, und wird ebenso auch mittelst eines Mörsers in die Luft geworfen. Die Brennzeit des Zünders wird aber so berechnet, dass derselbe das Feuer in das Innere der Bombe hineinträgt, sobald diese den höchsten Punkt ihrer Aufsteigung erreicht hat, worauf denn die Bombe zerspringt und die sich in ihr befindende Versetzung brennend auswirft. Die Bomben werden von verschiedenem Kaliber, von drei bis zwölf Zoll Durchmesser gemacht, und sind ein sehr prächtiges, aber auch ein etwas kostbares Feuerwerkstück, weil ihre Anfertigung ziemlich umständlich ist und eine Menge Munition verlangt, wenn der Effekt die Arbeit lohnen soll. Eine Grösse von drei Zoll im innern Durchmesser dürfte ungefähr wohl das Minimum für dieses Feuerwerkstück sein.

Nachstehend gebe ich nun die specielle Beschreibung der Anfertigung einer dergleichen *Bombe von drei Zoll* im Durchmesser, nach welcher der Feuerwerker auch grösserer Kaliber sich wird bedienen können.

Man fertiget von schwachem Pappendeckel eine hohle Kugel von drei Zoll innern Durchmesser, diese Kugel wird mit weicher Leinwand mittelst Tischlerleim um und um überklebt, sodann in warmen dünnen Leim getaucht und in Sägespänen herumgewälzt: ist dieser Ueberzug trocken geworden, so überklebt man die Kugel wieder mit Leinewand, taucht sie in warmen Leim und wälzt sie abermals in Sägespänen herum, diese Operation wird so oft wiederholt, bis die Wand der Kugel mindestens ein Achtel Zoll, oder auch etwas mehr, dick ist. Nachdem die Kugel ganz trocken und hart geworden, schneidet man ein rundes Loch von einem halben Zoll Durchmesser hinein und füllt

sie durch dieses Loch mit Leuchtkugeln und kleinen Stücken Stopinen an, in die Zwischenräume dieser Füllung schüttet man etwa ein Loth Kornpulver, jedoch nicht mehr, welches mit etwas Raketensatz gemengt wird.

Ferner drehet man einen kleinen Cylinder von hartem Holze*), einen halben Zoll dick und etwa zwei und einen halben Zoll lang; dieser Cylinder hat an einem Ende einen Ansatz von drei Viertel Zoll Durchmesser, einen halben Zoll hoch, und wird der Länge nach drei Linien weit und zwei Zoll tief, vom obern Ansatz herein, ausgebohrt, und diese Röhre massiv mit Mehlpulver vollgeschlagen, bei *a* wird ein Loch queer durch und durch gebohrt, so weit im Durchmesser, dass man eine Stopine durchstecken kann. Nun misst man von diesem Loche *a* nach *b* ein und einen halben Zoll herab und schneidet hier das Uebrige des Cylinders *etwas schräge* ab. Hierauf wird dieser Cylinder, welcher der Zünder für die Bombe ist, in das Loch der Bombe mit dem untern Ende *b* hineingesteckt, bis an die untere Fläche des Ansatzes, und fest geleimt; der obere breite Theil, der Ansatz, durch welchen das Loch *a* gebohrt ist, reicht an der Oberfläche der Bombe hervor. Ferner lässt man ein rundes Klötzchen von hartem Holze drehen, drei und ein halb Zoll im Durchmesser und zwei und ein halb Zoll hoch. Dieses Klötzchen ist oben bei *a* kugelförmig ausgehöhlt und hat von oben herab in der Mitte dieser Aushöhlung eine andere cylindrische Höhlung, ungefähr ein und ein Drittel Zoll hoch und breit; dieser cylindrische Raum bildet eine Pulverkammer, welche gerade so tief und weit sein muss, dass sie *ein* und *ein halb Loth* Kornpulver fasst. Diese Kammer wird mit Kornpulver angefüllt und mit einem runden Stückchen Papier überklebt, damit kein Pulver herausfalle. Die geladene und mit ihrem Zünder versehene Bombe wird dann, mit ihrem Zünder nach oben gekehrt, auf die kugelförmige Aushöhlung des Klötzchens bei *a* gestellt und mittelst eines mit Leim oder Kleister bestrichenen Papierstreifens an das Klötzchen bei *c—d*, wo die Wand der Bombe sich an dasselbe anschliesst, *ganz leicht* befestiget. An einer Seite des Klötzchens bei *b* wird queer durch bis in die Pulverkammer hinein ein Loch gebohrt, so weit, dass man eine Stopine hineinstecken kann. Durch dieses Loch steckt man eine Stopine bis in das Kornpulver hinein und biegt sie, rechtwinklicht mit dem Klötzchen, nach obenzu hinauf; das obere Ende der Stopine führt man in das Loch des Zünders bei *a*, diese Stopine muss, wie sich von selbst verstehet, überall mit einem Stopinenröhrchen bedeckt sein. So ist dann die Bombe zum Abschiessen fertig.

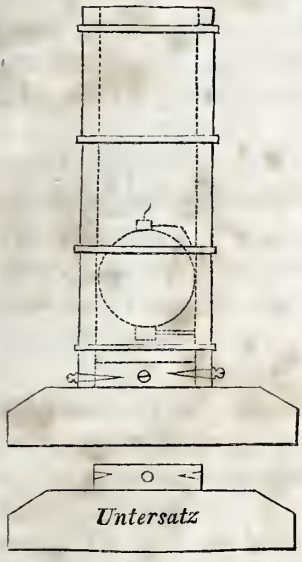


Ich habe oben bemerkt, dass das Ende des Zünders, welches in der Bombe steckt, *schräge* abgeschnitten werden soll; man will behaupten,

*) Weissbuchenholz ist hiezu das beste.

dass dies zur leichten und sichern Entzündung des Inhaltes der Bombe beitrage, und besser sein soll, als wenn der Zünder gerade abgeschnitten ist*).

Um die Bombe abzuschiessen, lässt man ein hölzernes Rohr anfertigen, welches zwanzig Zoll hoch und drei und fünf sechstel Zoll im Lichten weit ist, die Wand des Rohres kann einen Zoll dick, nach Belieben auch dicker sein, und das Rohr muss äusserlich mit einigen eisernen Reifen gebunden werden; *innen* wird es mit einem *hart gelötheten* Cylinder von Messing oder Kupferblech von mindestens einer Linie Stärke ausgefüttert, dessen *innerer* Durchmesser drei und drei Viertel Zoll betragen muss. Dieses Rohr, welches als Mörser dient, wird auf einen hölzernen Untersatz von beliebiger Form festgeschraubt.



Man stellt nun die Bombe, mit ihrem Klötzchen, welches die Pulverladung enthält, nach unten gekehrt, in das Rohr hinein und zündet den Zünder der Bombe oben bei *a* an; dieser entzündet nach einigen Momenten die oben durch denselben durchgeführte Stopine und theilt durch selbe das Feuer der Kornpulverladung im Klötzchen mit, welche die Bombe aus dem Mörser in die Luft wirft. Das Klötzchen bleibt nach dem Abschiessen der Bombe auf dem Boden des Mörsers zurück und muss herausgenommen werden, wenn man eine andere Bombe einladet. Diese Klötzchen kann man immer wieder gebrauchen.

Die Länge der Ladung im Zünder habe ich auf ein und ein halben Zoll angegeben, diese Länge ist jedoch nicht ganz bestimmt gerade so anzunehmen, weil nicht jedes Mehlpulver gleich rasch ist; man muss die richtige Länge des Zünders durch einige Proben ermitteln, doch ist es immer besser, den Zünder lieber etwas zu kurz als zu lang zu machen, denn wenn der Zünder zu lang ist, so kann die Bombe, wie leicht einzusehen, erst zerplatzen, wenn sie wieder auf die Erde fällt, was dann sehr gefährlich werden würde.

Man macht auch wohl diese Bomben, um die Arbeit zu erleichtern, nicht von Pappendeckel, sondern lässt sie, aus zwei Halbkugeln bestehend, gleich einer runden Büchse von Holz vom Drechsler anfertigen und überziehet sie dann mit Leim, Leinewand und Bindfaden.

*) Ich weiss nicht warum, und meine, das schräge Abschneiden des Zünders hat nur allein zum Zweck, den Zünder bequemer in die gefüllte Bombe einsetzen zu können, indem die schiefe Fläche des untern Endes des Zünders die Versetzung in der Bombe leichter auf die Seite schiebt, als wenn der Zünder unten rechtwinklig abgeschnitten ist.

Diese hölzernen Bomben müssen aber von sehr hartem Holze und ziemlich dick sein, wodurch man am innern Raume verliert, sonst halten sie den Stoss der Pulverladung nicht aus und zerspringen im Mörser, ehe sie in die Luft fliegen, daher sind die aus Pappendeckel gefertigten den hölzernen jedenfalls vorzuziehen; diese Letzteren können viel dünner sein, als die hölzernen, und halten dennoch den Stoss der Pulverladung sehr gut aus, weil sie mittelst der mehrmaligen Ueberzüge von Leim, Leinewand und Sägespähnen sehr hart werden, und dabei etwas elastisch bleiben.

Noch ist zu bemerken, dass man durchaus nur sehr wenig Kornpulver zwischen die Versetzung in die Bombe thun muss, sonst geschiehet das Zerplatzen der Bombe zu gewaltsam, die Versetzung wird zu heftig herausgeschleudert, was keinen schönen Anblick gewährt; je sanfter die Versetzung aus der Bombe herausfällt, desto schöner sieht es aus, deshalb thun auch die Feuerwerker zuweilen gar kein Ausstosspulver hinein, und das Zerplatzen der Bombe bewirkt allein das Feuer der entzündeten Versetzung.

Es versteht sich von selbst, dass bei Anwendung von Bomben grösseren Kalibers die Theile derselben verhältnissmässig grösser gemacht werden müssen, so wie auch die Pulverladung, welche die Bombe aus dem Mörser wirft, verhältnissmässig grösser sein muss, je nachdem man die Bombe hoch oder niedrig werfen will; es lässt sich bei der Ungleichheit der Kraft eines oder des andern Pulvers hierüber natürlich kein bestimmtes Maass angeben, die Erfahrung muss dies lehren. Im allgemeinen nimmt man an, dass *ein Sechszehntheil* bis *ein Zehntheil* der auszustossenden Schwere ohngefähr die richtige Pulverladung ist.

Der Effect einer Bombe ist dem gleich, welchen die Versetzung einer Rakete hervorbringt *), aber weit überraschender, weil man das Aufsteigen der Bombe selbst unter anderen brennenden Feuerwerkstücken wenig gewahr wird, und weil man mittelst einer Bombe eine sehr grosse Quantität Versetzung in die Luft tragen und in der Höhe entzünden lassen kann.

Wenn man die Bomben anstatt mit Leuchtkugeln mit Schwärmern füllen will, so ist die Kugelform derselben unbequem, man macht die Bomben für diesen Zweck daher mitunter *oval* oder in der Mitte *cylinderisch;* ich habe aber gefunden, dass die runden kugeligen Bomben den cylinderförmigen in Betreff der Sicherheit ihres Gelingens vorzuziehen sind.

§. 134. Die Anfertigung einer runden hohlen Kugel von Pappendeckel ist auch für den, der Uebung in Papparbeiten hat, immer eine mühsame Arbeit, ich gebe daher hier noch die Beschreibung einer Anfertigungsart dieser Kugeln, welche sehr zweckmässig ist: Man lässt von hartem Holze eine Kugel von der Grösse drehen, welche die anzufertigenden Bomben im Innern

*) Siehe §. 142.

haben sollen, *um* diese Kugel herum werden zwei zollbreite Papierstreifen so um und um aufgekleistert, dass sie die Kugel ganz und gar bedecken, dass aber die, die Kugel berührenden Papierflächen durchaus trocken bleiben und die Kugel sich sonach nirgends anklebt; um dieses Ankleben vollkommen zu verhüten, ist es zweckmässig, die Kugel zuvor etwas mit Seife zu bestreichen. Mit diesem Umkleben der Kugel wird fortgefahren, bis die Kugel mindestens mit einer, eine halbe Linie dicken Papierhülse gleichförmig um und um umgeben ist *). Nachdem dieser Papierüberzug trocken geworden, macht man, genau um die Peripherie der Kugel, einen Schnitt durch die Hülse bis auf die hölzerne Kugel, nimmt die Kugel heraus und leimet dann die nun entstandenen beiden leeren Halbkugeln wieder an den Rändern des Schnittes zusammen. Die so entstandene hohle papierne Kugel wird dann, wie oben beschrieben, mit Leinewand, Leim und Sägespähnen wiederholentlich überzogen, bis die Wand derselben die nöthige Stärke erreicht hat. Wenn man die grösseren Kosten nicht scheut, so ist es noch bequemer, die Kugeln aus zwei Halbkugeln bestehend, von ganz dünnem *Zinkblech* oder *Messingblech* treiben, leicht an einander löthen zu lassen und dann bis zur nöthigen Stärke mit Leinewand etc. etc. zu überziehen.

§. **135.** Die älteren Feuerwerker benutzten die Bomben weit häufiger bei ihren Feuerwerken, als die neuern, man findet daher auch in den ältern Feuerwerkschriften mitunter sehr gute und specielle Beschreibungen der Anfertigung dieses Feuerwerkstückes **).

Granaten.

§. **136.** Eine *Granate* ist eine kleine Bombe, welche ganz in der Art wie die im vorhergehenden Paragraphen beschriebenen Bomben angefertiget und abgeschossen wird, sie enthält aber keine Versetzung, sondern wird blos mit Kornpulver angefüllt, welches durch das Zerreissen der Granate einen Knall in der Luft bewirkt; damit der Knall recht stark sei, macht man die Wand der Granate wohl noch einmal so stark und stärker als die Wand einer mit Versetzung geladenen Bombe. Die Granaten werden gewöhnlich als Signal

*) Diese Arbeit macht sich bei einiger Uebung bei der Ausführung weit leichter, als es hier nach der Beschreibung erscheint.

**) Namentlich in nachstehenden Werken:

Die *Pyrotechnie* u. s. w. nach den Vorschriften von *Claude Ruggieri* und *T. Morel*. Leipzig bei P. G. Kummer. 1807. S. 166.

Elements de Pyrotechnie etc. par Cl. Fortuné Ruggieri. Paris. 1811. *seconde édition, p.* 227.

zum Beginnen eines Feuerwerkes und bei Vorstellungen von Schlachtstücken, Belagerungen etc. etc. gebraucht, man macht sie von ein bis drei Zoll innerm Durchmesser, die kleinern von ein Zoll Durchmesser werden von den Feuerwerkern

Knallkastanien genannt und auch bei andern Feuerwerkstücken als Versetzungen benutzt.

Feuertöpfe, Schwärmerfässer, Leuchtkugelfässer.

§. 137. Ein *Schwärmerfass* ist ein sehr bekanntes Feuerwerkstück, welches bei keinem Feuerwerke fehlt, weil es ebenso effectvoll als leicht anzufertigen ist.

Man macht einen Cylinder von Pappendeckel, 8 Zoll hoch und 3 Zoll im innern Durchmesser weit, man lässt den Pappendeckel so viel Windungen machen, dass die Wand des Cylinders einen Viertelzoll dick wird. In das eine Ende des Cylinders leimt man einen Boden von Holz oder Pappendeckel fest ein, und überzieht die Ränder einigemal mit Leinwandstreifen, damit der Boden so fest als möglich in dem Cylinder stecke; die andere Seite des Cylinders bleibt offen. Ist der Cylinder oder die entstandene Büchse trocken geworden, so schüttet man ein und ein halb Loth *Kornpulver* hinein. Man schneidet ferner eine runde Scheibe von schwachem Pappendeckel, gerade so gross, dass sie genau in den Cylinder hineinpasst, sticht einige Löcher auf verschiedenen Stellen in die Scheibe und zieht durch diese Löcher dünne Stopinen, deren Enden man auf der einen Seite der Scheibe dicht an derselben abschneidet, auf der andern Seite der Scheibe werden die Stopinen umgebogen, und queer über die Scheibe weg auf derselben mit Anfeuerung festgeklebt, so dass die Scheibe fast ganz auf der einen Seite mit Stopinen bedeckt ist; man legt die Scheibe, mit der mit Stopinen überzogenen Seite nach oben gekehrt, auf das Kornpulver in die Büchse hinein, auf die Scheibe aber stellt man so viel Schwärmer von vier Linien Kaliber, als die Büchse fasst, mit den Köpfen nach unten zu, so, dass die Stopinen in den Köpfen der Schwärmer die Stopinen auf der Pappendeckelscheibe berühren. Zwischen den Schwärmern steckt man eine mit einer Lichterhülse bedeckte Stopine, die an beiden Enden der Hülse etwas vorsteht, bis auf die Pappendeckelscheibe auf, und lässt das obere Ende der Stopine etwas, so viel als zum Anzünden nothwendig, vorgehen. Der übrige leere Raum der Büchse wird lose mit Papierschnitzeln oder trocknen Sägespähnen ausgefüllt, und die Mündung mit einem schwachen Papier leicht überklebt. Die Schwärmer für die Schwärmerbüchsen macht man nicht

sehr lang, damit sie recht leicht sind; man ladet sie gewöhnlich fünf Kaliber hoch mit Schwärmersatz und vier Kaliber hoch mit Kornpulver. Eine dergleichen Büchse von drei Zoll Durchmesser fasst ohngefähr vierundzwanzig Vier-Linien-Schwärmer. Die auf der Pulverladung liegende Scheibe, welche die Feuerwerker *Hebespiegel* nennen, dient dazu, dass das Pulver auf dem Boden der Büchse festgehalten wird, und nicht in die Zwischenräume der Schwärmer fallen kann, wenn die Büchse umgeworfen oder hin und her getragen wird.

Es ist nothwendig, die Schwärmerfässer zu probiren, ob die Pulverladung nicht zu stark oder zu schwach sei; im ersten Falle werden die Schwärmer ohne zu brennen in die Luft geworfen, im letztern fallen sie in einem niedrigen Bogen auf die Erde zurück. Wenn die Pulverladung richtig ist, müssen die Schwärmer in der Luft verbrennen und zerplatzen.

Man macht auch grössere Schwärmerfässer, die 100 und mehr Schwärmer fassen; den Dilettanten der Feuerwerkerkunst kann ich aber zu ihrer Anfertigung nicht rathen, weil die nöthigen Versuche, um die richtige Pulverladung zu finden, kostbar sind. Verlangt man eine grössere Wirkung, als die von einem Schwärmerfass von 24 Schwärmern, so verbindet man so viel dergleichen Schwärmerfässer, als man will, durch Stopinen mit einander, und man hat dasselbe mit aller Sicherheit erreicht.

Die Ladung des Kornpulvers in grösseren Schwärmerfässern ist ungefähr der sechste Theil der auszustossenden Schwere.

Es kommt zuweilen vor, dass die Schwärmer nicht alle gleich hoch ausgeworfen werden, sondern dass ein Theil derselben weniger hoch und auch wohl seitwärts fliegt; die Ursache dieses Fehlers liegt gewöhnlich darin, dass die Pappendeckelscheibe, wenn die Pulverladung Feuer bekommt, nicht perpendikulär mit den Schwärmern herausgeworfen, sondern in der Büchse auf eine Seite in eine schräge Lage gedrückt wird, und so das Herausfliegen der Schwärmer, welche auf dieser Seite stehen, etwas hindert; man kann diesen Fehler dadurch gut begegnen, wenn man an die Scheibe einen etwa ein und ein halb Zoll hohen Rand von Kartenpapier anleimt, so dass die Scheibe die Gestalt eines Schachteldeckels bekommt; dieser Rand wird äusserlich mit einem Stückchen weichen wollenen Zeuges überzogen, damit die Scheibe mit dem Rande recht sanft aus der Büchse herausgehe und dabei doch die Pulverladung an ihrem Platze erhalten werde. Die Feuerwerker meinen zwar, dass der Hebespiegel besonders auch noch dazu diene, die Schwärmer ganz gleichmässig insgesammt aus der Büchse herauszustossen, sobald er durch die unter ihm liegende Pulverladung gehoben wird; nach obiger Erfahrung scheint es mir jedoch, dass der Hebespiegel diese von ihm erwartete Wirkung gar nie leistet, und ich habe mich mit ganz gutem Erfolge zur Festhaltung der Pulverladung folgenden einfachen Mittels bedient: man nimmt einen etwa einen

Zoll hohen Ring von dünnem Pappendeckel, der gerade in die Schwärmerbüchse hineinpasst, und überziehet eine seiner Kreisflächen mit einem Stückchen dünnen Baumwollenzeug, so dass er die Gestalt eines Schachteldeckels bekommt, die innere Seite des Kattuns wird mit Anfeuerung bestrichen, mit Schwärmersatz überstreuet, und der Ring dann so in die Büchse hineingesteckt, dass die *äussere* Seite der Kattunfläche auf die Pulverladung zu liegen kommt. Die Kattunscheibe hält das Kornpulver fest an seinem Platze, sie verbrennt aber sogleich mit der Entzündung der Ladung und es ist in diesem Augenblick dann gar kein den Wurf der Schwärmer hindernder Körper hier mehr vorhanden.

Eine ganz besonders anmuthige Wirkung macht es, wenn man die Schwärmerfässer mit Schwärmern von ganz kleinem Kaliber von **2—3** Linien füllt, man verbraucht aber natürlich deren eine sehr grosse Menge.

§. **138.** Anstatt der Schwärmer kann man auch Leuchtkugeln in eine dergleichen Büchse laden. Die Leuchtkugeln müssen gut mit Anfeuerung überzogen sein, und die Zwischenräume derselben füllt man mit kleinen Stückchen Stopinen aus, damit sie alle sogleich in Brand gerathen, wenn die Pulverladung Feuer bekommt. Eine Büchse von der oben angegebenen Grösse kann man mit **40** bis **50** Leuchtkugeln von ein Quentchen Schwere füllen. Wenn die Pulverladung etwas stark ist und die Leuchtkugeln aus schwer entzündlichen Sätzen bestehen, so gehen gewöhnlich immer mehrere Leuchtkugeln blind; um das zu vermeiden, kann man sehr zweckmässig, wie folgt, verfahren: Man fertigt Leuchtkugeln, die durchbohrt sind, wie in §. **128** beschrieben worden ist, und reiht deren so viel als man in eine Büchse laden will, an eine lange dünne Stopine lose neben einander wie eine Perlenschnur an, diese Schnur ballt man zusammen und steckt sie in die Büchse, wobei man das eine Ende der Stopine oben aus der Büchse hervorragen lässt und dann hier anzündet. Das Feuer der Stopine muss so durch alle Leuchtkugeln hindurch fahren und sie alle entzünden, bevor die Pulverladung Feuer bekommt. Es ist bei diesem Verfahren auch der Stopinenüberzug der auf dem Pulver liegenden Scheibe unnöthig, und hinlänglich, wenn *eine* Stopine in der Mitte der Scheibe durchgeht, die das Feuer der angezündeten Stopine der Pulverladung mittheilt. Die Stopine, an welche die Leuchtkugeln angereiht sind, muss aber sehr dünn, und die Leuchtkugeln müssen sehr hart sein, sonst werden die letzteren mitunter durch das Stopinenfeuer zersprengt.

§. **139.** Eine recht gute Wirkung macht es, wenn man auf ein mit Schwärmern geladenes Schwärmerfass eines folgen lässt, welches aus *faulen Funkenfeuersätzen* gefertigte Leuchtkugeln *) enthält; während die Schwärmer mit Geräusch in der Luft wild herumfahren, bilden jene Leuchtkugeln lange

*) Siehe §. 43.

ruhige Funkenstrahlen und gewähren eine angenehme Abwechselung für das Auge.

§. **140.** Da die Explosion eines Schwärmer- oder Leuchtkugelfasses sogleich vor sich geht, wenn man die Stopine, welche das Feuer hineinträgt, anzündet, und dies dem Anzündenden gefährlich werden kann, so setzt man gewöhnlich, wenn man sie einzeln abbrennen will, oben auf die Schwärmerbüchse eine kurze mit Funkenfeuer geladene Fontainenhülse, deren unteres Ende mit der Stopine des Schwärmerfasses in Verbindung steht. Werden die Schwärmerfässer mit andern Feuerwerkstücken verbunden, so bleibt natürlich diese Fontainenhülse weg.

§. **141.** Anstatt für jedes Schwärmerfass eine besondere Büchse von Pappendeckel zu machen, kann man sich auch mit gleichem Erfolge zum Abschiessen einer Menge Schwärmer oder Leuchtkugeln des im §. **133.** beschriebenen Rohres, des Bombenmörsers, bedienen; die Schwärmer oder Leuchtkugeln werden dann nur mit einer ganz dünnen Papierhülle umgeben, und die Pulverladung darunter angehracht, so dass alles wie in einem gewöhnlichen Schwärmerfasse in seiner gehörigen Lage erhalten werde, dies Päckchen in den Mörser gesteckt und oben angezündet; die Explosion zerreisst die Papierhülle und die Schwärmer oder Leuchtkugeln fliegen aus dem Mörserrohr wie aus einem sonst gebräuchlichen Schwärmerfasse.

Versetzte Raketen.

§. **142.** *Versetzte Raketen* sind solche, die, nachdem sie in der Luft ausgebrannt, noch Leuchtkugeln, Schwärmer oder andere kleine Feuerwerkstücke brennend auswerfen. Das Auszuwerfende heisst die *Versetzung der Rakete*. Man giebt in der Regel allen Raketen eine Versetzung mit*), weil es eine sehr gute Wirkung macht, und die Erwartung, was die Rakete auswerfen werde, die Aufmerksamkeit des Zuschauers spannt.

Um die Versetzung der Rakete anzubringen, verfährt man, wie folgt: Man schneidet die Hülse der Rakete *über der Zehrung* glatt weg bei den Raketen, deren Kaliber nicht über acht Linien ist**), und leimt einen Streifen Papier, den man nur zwei Windungen machen lässt, um das Ende der Rakete rund herum; dies Papier lässt man einige Kaliber hoch vor der Hülse hervorragen, so dass es gleichsam eine dünne Verlängerung der Hülse der Rakete bildet.

*) Ausgenommen denen, die sich mit einem Knall endigen sollen.

**) Bei grössern Kalibern muss man anders verfahren, wie weiter unten gelehrt werden wird.

In diese Verlängerung der Hülse schüttet man ein wenig Mehlpulver, welches *Ausstosspulver* genannt wird, und stellt dann die Versetzung hinein, auf *a*. Das über der Versetzung noch vorragende Papier wird dicht über der Versetzung abgeschnitten und ein Stückchen Druckpapier oben darüber geklebt, damit von der Versetzung nichts herausfalle, dann wird die kegelförmige Kappe angeleimt.

Da die Verlängerung der Hülse mittelst des umgeklebten Papierstreifens für die anzuwendende Versetzung nicht immer Raum genug darbietet, so kann man in diesem Falle um das Ende der Hülse, da wo sie über der Zehrung abgeschnitten ist, einen *Ring* von Holz oder Pappendeckel, einen Kaliber hoch und etwa einen halben Kaliber breit, anleimen und um diesen die papierne Verlängerung der Hülse kleben, deren Durchmesser dann um das Zweifache der Breite des Ringes grösser ist, als der Durchmesser der Rakete. Eine dergleichen Verlängerung der Raketenhülse, welche die Versetzung enthält, nennt man den *Hut* der Rakete.

§. **143.** Da die versetzten Raketen bis zu acht Linien Kaliber über der Zehrung nicht zugewürgt werden, so kann gar leicht durch die Kraft des in der Rakete wirkenden Feuers die Zehrung herausgestossen werden, wenn sie nicht vollkommen fest geschlagen ist, wodurch dann die Wirkung der Rakete im Augenblick vernichtet wird; um versichert zu sein, dass die Zehrung der Rakete bis in ihrer obersten Schicht gehörig fest geladen sei, ist es zweckmässig, beim Laden der Hülse *einen* Kaliber Zehrung mehr als nothwendig hineinzuschlagen, und dann den übrigen leeren Theil der Hülse mit diesem mehr hineingeschlagnen Theil Zehrung abzuschneiden; denn wenn man die Zehrung beim Laden der Hülse der Rakete nur gerade so hoch macht, als es nothwendig ist, so bleiben die obersten Schichten der Zehrung immer zu lose. Das Abschneiden der Hülse geschieht am leichtesten und saubersten auf einer Drehbank, in Ermangelung dieser bedient man sich dazu einer Uhrfedersäge.

Bei den grössern Raketen, deren Kaliber über acht Linien ist, würde die Zehrung, welche hier, mit den kleinern Raketen verglichen, verhältnissmässig zu ihren Kalibern niedriger ist, dem unten ausströmenden Feuer nicht den nöthigen Widerstand leisten, sondern sogleich herausgestossen werden, wenn man diese grössern Raketen so wie die kleinern dicht über der Zehrung abschneiden wollte; es müssen diese grössern Raketen daher über der Zehrung zugewürgt werden. Das Zuwürgen dieser starken Hülsen ist etwas schwierig und mühsam, keinesfalls darf die Hülse da, wo sie zugewürgt werden muss, geleimt oder gekleistert sein, sonst wird das Zuwürgen ganz unmöglich; einige

Erleichterung dieser Arbeit gewährt es, wenn man die geladnen Raketen über Nacht in den Keller oder an einen andern feuchten Ort legt, wodurch das Papier etwas weich wird. Es ist nicht nothwendig, dass die Hülse über der Zehrung ganz und gar zugewürgt werde; wenn dies nur bis zur Hälfte ihres Durchmessers geschieht, so ist es hinlänglich; in das noch übrigbleibende Loch wird eine Stopine eingeklebt, welche das Feuer von dem Ende der Zehrung zu der Versetzung trägt. Ist man nicht im Stande, die Hülse zuzuwürgen, so kann man die Hülse einen Kaliber über der Zehrung abschneiden und in dem leeren Raum ein rundes hölzernes Klötzchen einleimen, welches noch zu mehrerer Sicherheit mit kleinen Nägeln, die man durch die Hülse in dasselbe hineinschlägt, befestigt werden kann. In die Mitte des Klötzchens bohrt man ein Loch, das eine Stopine aufnimmt, die das Feuer der Zehrung der auf das Klötzchen zu stellenden Versetzung mittheilt. Anstatt des hölzernen Klötzchens kann man auch einen dicken Papierpfropf über die Zehrung schlagen, und in die Mitte zur Aufnahme der Stopine ein Loch bis auf die Zehrung bohren, oder man schlägt auf die Zehrung einen Kaliber hoch ein Gemisch von *Bolus* und *Ziegelmehl,* und bohrt bis auf die Zehrung dann ein Loch zur Aufnahme der Verbindungsstopine hindurch, doch diese Manieren, die Hülse zu schliessen, sind immer bei weitem nicht so sicher, als das Zuwürgen der Hülse.

§. **144.** Die Schwere der Versetzung hindert mehr oder weniger die Rakete in ihrem Steigen, und raubt ihr, wie man leicht einsehen wird, eine verhältnissmässige Menge Kraft, es darf daher die Versetzung nicht allzu schwer sein. Die kleinen Raketen von *vier* Linien Kaliber kann man reichlich mit einem halben Lothe Versetzung belasten, ohne dass dadurch ihre Steigkraft merklich vermindert wird. Den *sechs* Linien-Raketen giebt man höchstens ein Loth Versetzung mit, die *acht* Linien-Raketen ertragen eine Last von zwei Loth, aber nicht darüber; die *zwölf* Linien-Raketen belastet man höchstens mit sechs bis sieben Loth. Die kleinern Raketen vertragen verhältnissmässig grössere Lasten als die grössern.

§. **145.** Was nun die Versetzung selbst anbetrifft, so nimmt man dafür gewöhnlich kleine *Schwärmer* oder *Leuchtkugeln.* Die Schwärmer werden, so viel ihrer neben einander aufrecht stehend in der Verlängerung der Hülse Platz haben, und dem Gewichte nach die Rakete ertragen kann, mit ihren Köpfen nach unten auf die Zehrung der Rakete gestellt. Ist die Rakete über der Zehrung zugewürgt und die Zehrung also nicht frei, so legt man unter die Köpfe der Schwärmer einige Stückchen Stopine, damit sie alle auf einmal in Brand gerathen, sobald sich das Feuer der Rakete der Versetzung mittheilt; ferner ist es nothwendig, in die Zwischenräume, welche die Cylinderform der Schwärmer zwischen sich und der sie umgebenden Papierhülse lässt, einige Stückchen Stopine zu stecken, damit die Papierhülse zerrissen werde

und die Schwärmer sich ausbreiten können: unterlässt man dies, so geschieht es zuweilen, dass diese dünne Papierhülse oder der Hut der Rakete, ohne zu zerreissen, dicht am Ende der Raketenhülse abplatzt, die Schwärmer darin sitzen bleiben und so in einem Klumpen, ohne sich zu zerstreuen, zur Erde fallen, was dann gar keinen Effekt macht.

§. **146.** Aehnlich den Schwärmern, füllt man auch zuweilen kleine dünne Schwärmerhülsen, zwei Zoll lang mit einem faulen Funkenfeuersatze, diese Hülsen werden nur an einem Ende zugewürgt oder zugeleimt, vorn, wo das Feuer ausströmt, bleiben sie ganz offen, ungewürgt. Diese so geladenen Hülsen nennen die Feuerwerker

Serpentosen; ihre Wirkung ist nicht übel, während die gewöhnlichen Schwärmer in der Luft nach allen Seiten herumfahren, fallen diese Serpentosen ruhig in Form einer Quaste zur Erde; man beobachte auch bei den Serpentosen die Vorsicht, in die Zwischenräume derselben kleine Stückchen Stopinen zu stecken, damit die sie einschliessende Papierhülse zerrissen werde; da diese Serpentosenhülsen an ihrer Mündung ungewürgt sind und mit faulem Satze geladen werden, so macht man diese Hülse nicht sehr dick, damit sie nicht unnöthig einen grossen Raum einnehme; *vier* Papierwindungen sind für diese Hülsen hinreichend. Das hintere Ende der Serpentosen kann man ebenfalls offen lassen, in jede eine kleine Leuchtkugel laden und dann leicht mit Papier überkleben; sind die Serpentosen ausgebrannt, so fallen dann diese kleinen Leuchtkugeln brennend heraus, was einen hübschen Effect macht.

§. **147.** Unter allen Arten von Versetzungen nehmen sich nach meiner Meinung die, welche aus Leuchtkugeln bestehen, am besten aus, weil der Contrast des Flammenfeuers derselben gegen das Funkenfeuer der Rakete auf das Auge am überraschendsten wirkt, und es machen viele kleine Leuchtkugeln eine schönere Wirkung als wenige grosse. Ich fand, dass sich nachstehende Versetzungen von Leuchtkugeln am vortheilhaftesten ausnehmen.

Für eine vier Linien-Rakete: eine weisse oder *eine* rothe Leuchtkugel, ein halb Loth schwer.

Für eine sechs Linien-Rakete: eine weisse oder *eine* rothe Leuchtkugel, ein Loth schwer.

Für eine acht Linien-Rakete: eine weisse oder *eine* rothe Leuchtkugel, zwei Loth schwer, oder *vierzehn* weisse oder verschiedenfarbige Leuchtkugeln, jede fünf Linien dick und sechs Linien hoch, in zwei Schichten zu sieben Stück über einander gestellt.

Für eine zwölf Linien-Rakete: einundzwanzig weisse oder farbige Leuchtkugeln, jede ein Quentchen schwer, in drei Schichten zu sieben Stück über einander gestellt.

Ich stelle darum immer sieben Stück Leuchtkugeln schichtweise über einander, weil so der Raum im Hute der Rakete am besten benutzt ist, man kann

die Anzahl der Leuchtkugeln auch nach Belieben ändern. In die Räume, welche die Leuchtkugeln, wenn deren mehrere sind, zwischen einander lassen, steckt man überall kleine Stückchen Stopinen, damit sie alle auf einmal in Brand gerathen und auseinander geworfen werden, was einen schöneren Anblick gewährt, als wenn sie sehr dicht neben einander bleibend herabfallen.

Da die Leuchtkugeln, die man als Versetzung in den Raketen gebraucht, nicht mit Gewalt ausgeworfen werden, sondern nur herausfallen, so bedürfen sie auch keiner sehr dicken Anfeuerung, die sie hier nur unnöthig grösser und schwerer machen würde; man lässt sie daher, wenn sie geformt sind, erst einige Stunden übertrocknen, ehe man sie in dem Anfeuerungssatze herum wälzt, damit sich nicht zu viel daran anhänge. Will man haben, dass die Leuchtkugeln, welche man als Versetzung gebraucht, recht lange brennen, so mache man sie etwas länger als gewöhnlich, und überziehe sie *nur an einem Ende* etwa eine Linie hoch mit der Anfeuerungsmischung; den übrigen Theil lässt man gänzlich ohne Anfeuerung, und überstreicht ihn einigemal mit Bernsteinlack, die Leuchtkugel geräth dann nur an der angefeuerten Seite in Brand, und hält also länger an, entwickelt aber weniger Licht.

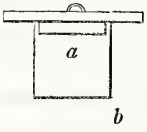
Für die Leuchtkugeln zur Versetzung der Raketen ist die Cylinderform die bequemste, da aber bei Anwendung mehrerer Leuchtkugeln der Raum zwischen den Leuchtkugeln unbenutzt bleibt, so kann man auch den Leuchtkugeln die Form eines in vier Theile gespaltnen Cylinders geben, und einige Schichten dieser *Segment-Leuchtkugeln* auf einander stellen, wodurch der Raum im Hute der Rakete vollkommen benutzt wird. Die Kanten dieser Leuchtkugeln, welche in der Mitte zusammentreffen, werden etwas abgestumpft, dadurch entsteht ein kleiner Raum, worin eine starke Stopine gesteckt wird, welche die Leuchtkugeln alle zugleich entzündet und auseinander wirft. Die Anfertigung der *Formen* zu diesen Leuchtkugeln ist etwas mühsam, aber diese so geformten Leuchtkugeln sind sonst für die Anwendung ganz praktisch. Die beigefügte Zeichnung stellt die Form und die Lage dieser Leuchtkugeln im Durchschnitt dar.

Bei den Leuchtkugelversetzungen darf die papierne Hülse, welche sie aufnimmt, nur höchstens aus zwei Papierwindungen bestehen, ist sie stärker gemacht, so zerreist sie nicht, sondern es wird gewöhnlich dann nur die kegelförmige Kappe abgeworfen, und die Leuchtkugeln fallen in einem Klumpen heraus, ohne sich zu zerstreuen, was keinen schönen Effect macht.

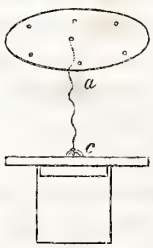
§. 148. Ausser diesen hier angegebenen gebräuchlichsten Raketenversetzungen hat man in neuerer Zeit noch eine andere eigenthümliche Art in Anwendung gebracht, welche unter dem Namen

Fallschirmraketen bekannt ist und in Folgendem bestehet: Es wird der Rakete eine mit einem beliebigen Flammenfeuersatze geladne kurze Hülse

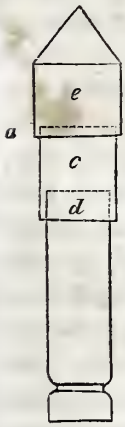
mitgegeben, welche mittelst einiger Schnüre mit einem Stück Taffet so verbunden ist, dass dieser der mit Flammenfeuer geladnen kleinen Hülse beim Herabfallen als Fallschirm dient und die brennende Hülse nur langsam zur Erde fallen lässt. Diese Vorrichtung, welche ich sogleich näher beschreiben werde, ist etwas mühsam anzufertigen, und der gewünschte Erfolg nicht immer ganz sicher, gelingt er aber, so ist die Wirkung sehr überraschend und Bewunderung erregend. Die brennende kleine mit Flammenfeuer geladne Hülse erscheint dem Auge wie ein kleiner Stern oder wie eine Leuchtkugel, und da man bei der Dunkelheit der Nacht den Fallschirm nicht sieht, und die Hülse nur langsam niederfällt, so scheint es dem Auge, als bleibe der aus der Rakete ausgeworfene Stern ruhig am Himmel stehen. Man ladet die den Stern bildende Hülse gewöhnlich mit Flammenfeuer von verschiedenen Farben, die nach einander abbrennen. Man nimmt für diese Art Versetzung in der Regel keine Raketen unter zwölf Linien Kaliber, weil die Arbeit bei kleinern Raketen mühsamer und der Effect geringer ist, doch ist die Wirkung bei einer acht Linien-Rakete auch noch recht gut. Ich gebe nun hier die speciellere Beschreibung dieser Versetzung für eine *zwölf Linien-Rakete.*



Man dreht von leichtem Holze eine runde Scheibe, einen Viertelzoll dick und zwei Zoll im Durchmesser, auf der einen Seite bleibt ein zwölf Linien im Durchmesser haltender ein Viertelzoll hoher Zapfen oder Ansatz *a* stehen, auf diesen Ansatz schiebt man eine zwölf Linien weite Lichterhülse *b,* welche unten offen ist, leimt sie an den Ansatz *a* fest, und füllt sie dann mit einem oder mehrern Schichten verschiednen farbigen Flammenfeuersatzes an, ganz so wie ein Lichtchen, an der Mündung bei *b* wird die Hülse etwas dick mit Anfeuerung zugestrichen, in die man zur sicherern Entzündlichkeit einige kleine Stückchen Stopine mit hineinkleben kann. In die Mitte der entgegengesetzten Seite der runden Scheibe bei *c* schlägt man vorher eine kleine Oese von Messingdraht ein. Nun schneidet man ferner eine runde Scheibe von Kartenpapier oder schwachem Pappendeckel zwei Zoll im Durchmesser und befestigt in der Mitte der Scheibe einen starken Bindfaden, der achtzehn Zoll lang sein muss. Um den Rand der Scheibe werden mittelst eines Locheisens sechs kleine Löcher in gleicher Entfernung von einander geschlagen. Das Ende des Bindfadens *a* wird in der messingnen Oese *c* befestigt. Ferner nimmt man ein rundes Stück seidnen *Taffet,* vierundzwanzig Zoll im Durchmesser, und knüpft um den Rand desselben in gleichen Entfernungen von einander sechs feine Bindfaden, jeden von vierundzwanzig Zoll Länge. Die Enden dieser Bindfaden zieht man von oben durch die Randlöcher der Papierscheibe in gleicher Reihefolge, wie sie an dem Taffetstück hinter einander



folgen. Die Enden der Bindfäden vereinigt man einige Zoll unter der Papierscheibe und befestigt sie dort an den Bindfaden *a*. Die Papierscheibe, durch deren sechs Löcher die das Taffetstück tragenden Faden gehen, dient dazu, dass sich die Bindfaden nicht verwirren können. So wäre der Stern mit seinem Fallschirm fertig; die Anbringung desselben an die Rakete geschieht, wie folgt: Man fertigt einen Cylinder von doppeltem Kartenpapier oder dünnem steifen Pappendeckel, der grade den *äussern* Durchmesser einer zwölf Linien, zur Aufnahme einer Versetzung vorgerichteten Rakete, zu seinem *innern* Durchmesser hat, und leimt ihn auf die äussere Fläche der Raketenhülse *so* fest, dass er zwei Zoll über das Ende der Rakete hinausragt. Oben an das Ende dieses vorstehenden Cylinders, der eine Verlängerung der Raketenhülse bildet, wird ein *Kranz* von Holz angeschoben und fest geleimt von *zwei* Zoll im *äussern* Durchmesser und ein Viertelzoll dick, *a b;* an diesen Holzrand wird wieder ein Cylinder von starkem Kartenpapier angeleimt, der zwei und ein halb Zoll über den Holzrand hervorragt, daher im Ganzen zwei und drei Viertelzoll lang ist und zwei Zoll im innern Durchmesser hat. Nun wird die den Stern bildende, mit Flammenfeuer geladne Hülse mit der Anfeuerung nach unten in die Verlängerung der Raketenhülse *c* hineingesteckt, und Alles genau so eingerichtet, dass diese mit Flammenfeuer geladne Hülse gerade das Ende der Rakete bei *d* berührt, während die die geladne Flammenfeuerhülse tragende Holzplatte auf dem Holzrande *a b* dicht aufsitzt. In den leeren Raum *e* steckt man nun sämmtliche Schnüre und den seidnen Fallschirm zusammengeballt hinein, und setzt oben wie gewöhnlich eine kegelförmige Kappe auf, *die jedoch nur ganz leicht durch zwei sehr dünne, schmale Papierstreifchen* an die zwei Zoll weite dünne Hülse, die den Hut der Rakete bildet, befestigt sein darf. Dies wäre nun das Wesentliche der Verfertigung einer Fallschirmrakete, wozu ich indess noch einige nothwendige Bemerkungen folgen lassen muss, von deren genauen Beobachtung das Gelingen der Sache abhängt.



Wenn die Rakete in der Luft ausgebrannt ist, so muss diese Fallschirmversetzung so sanft wie möglich ausgestossen werden, damit die mit Flammenfeuer geladene Hülse nicht zu weit geschleudert werde, wodurch die den Fallschirm tragenden Schnüre zerreissen könnten; deswegen giebt man der Ra-

kete über der Zehrung gar kein Ausstosspulver, die Anfeuerung der mit Flammenfeuer geladnen Hülse liefert hier für das Ausstossen dieser Versetzung hinlängliche Kraft, vorausgesetzt, dass die kegelförmige Kappe nur sehr leicht befestigt sei. Damit das Feuer im Augenblicke, wenn sich die Flammenfeuerhülse entzündet, nicht zwischen der Holzplatte und der Papierwand hinauf in den Raum, in welchem sich die Schnüre und der Fallschirm befinden, dringe und diese verbrenne, ist es nothwendig, die äussere Kante, den Rand der Holzplatte mit einem Streifen weichen wollnen Zeuges zu bekleben, und es so einzurichten, dass der Rand der Holzplatte sich recht dicht, aber auch recht sanft an die innern Wände des Papiercylinders *e* anschliesse.

Die Zehrung der Rakete darf nicht zu gross sein, damit diese Versetzung in dem Augenblick ausgeworfen werde, in dem die Rakete sich eben in der Luft umwenden will, und der Ausstoss der Versetzung mehr horizontal als perpendikulär stattfinde. Wird diese Versetzung dann erst ausgeworfen, wenn die Rakete sich bereits vollkommen umgewendet hat und schon im Herabfallen begriffen ist, so geschieht es leicht, dass die brennende Flammenfeuerhülse, welche vermöge ihrer grössern specifischen Schwere schneller als der seidne Fallschirm fällt, in diesen hereinstürzt und ihn verbrennt, in welchem Falle die Wirkung natürlich verunglückt.

Wenn, wie es bei den grossen Raketen über acht Linien der Fall ist, die Hülse über der Zehrung entweder zugewürgt oder auf eine andere Art geschlossen werden muss, so bleibt es immer schwierig, die Höhe der Zehrung *ganz genau* zu bestimmen, was bei Anwendung der Fallschirmversetzung doch so wesentlich nothwendig wird, es ist für diese Versetzung*) zweckmässig, wie folgt, zu verfahren: Man ladet ohngefähr ein viertel Kaliber *mehr* Zehrung in die Rakete, als wie der vorliegende Zweck bedarf, schlägt einen Papierpfropf darauf und würgt die Hülse ganz zu, so dass hier gar keine Communication der Zehrung nach aussen der Rakete stattfindet, das überstehende Papier der Würgung wird abgeschnitten und die Versetzung dann wie gewöhnlich darauf angebracht. Die Communication des Feuers aus der Zehrung nach der Versetzung wird dann durch eine Stopine hergestellt, welche von *aussen* durch die Hülse der Rakete an der Seite mit einem Ende in die Zehrung, mit dem andern Ende in die Versetzungshülse hineingeführt wird, man bringt zu mehrerer Sicherheit der Entzündung gewöhnlich immer zwei solche Stopinenleitungen an. Auf diese ganz praktische und sehr bequeme Art kann man das Feuer aus jedem beliebigen Punkte der Zehrung nach der Versetzung leiten, und man hat dann nicht nöthig, bei der

*) Bei grossen Raketen auch für jede andere.

Anfertigung der Raketen mit der Bestimmung der Zehrungshöhe ängstlich zu Werke zu gehen, nur muss man selbe nie zu niedrig machen.

Wenn man mehrere verschiedenfarbige Flammenfeuersätze in die Fallschirmhülse ladet, so geschiehet es zuweilen, dass die eben brennende Farbe die darauf folgende nicht entzündet, indem die letzte brennende Schicht der erstern an der darauf folgenden zweiten Farbe nicht haftet, sondern sich von derselben abtrennend aus der Hülse herunterfällt, die Ursache hiervon findet oben in §. **101** ihre Erklärung; um diesen Fehler zu vermeiden, ist es zweckmässig, in den Satz hie und da einige kleine messingne rechtwinklicht gebogene *Drathhäkchen* einzusetzen, immer da, wo ein zweiter Satz beginnt; diese kleinen Häkchen halten dann die Satzschichten fest an einander.

Es ist nothwendig, *in die Mitte* des Fallschirmes ein *rundes Loch* von etwa dreiviertel Zoll Durchmesser zu schneiden, damit die, durch das Herabsinken desselben, sich unter dem Fallschirme verdichtende Luft entweichen kann, unterlässt man dies, so entstehet ein Hin- und Hersehwanken des Fallschirmes, indem dann die verdichtete Luft nach den Seiten hin entweichen muss; dieses Schwanken theilt sich mittelst der Schnüre bald der Flammenfeuerhülse mit und macht einen schlechten Eindruck.

Wenn es die Umstände erlauben, ist es zweckmässig, den Fallschirm erst am Tage der Abbrennung in den Hut der Rakete zu stecken; thut man dies längere Zeit schon vorher, so wird durch das Zusammenballen des Fallschirms die Elasticität des Taffets zu sehr vernichtet, und er dehnt sich dann, wenn er ausgestossen wird, nicht schnell und leicht genug aus, was zuweilen auch den guten Erfolg missglücken macht. Wenn man die den Stern bildende Hülse mit vier verschiednen bunten Flammenfeuern laden will, so bedarf man dazu von jedem Satze ein viertel Loth. Die ganze Versetzung, Flammenfeuerhülse, Holzscheibe, Schnüre, Fallschirm wird dann ohngefähr sechs bis sieben Loth wiegen. Dass das Gewicht der mit Flammenfeuer geladenen Hülse sammt Schnüren und Fallschirm wie jede andere Versetzung der gewählten Rakete angemessen sein muss, versteht sich von selbst; eben so auch, dass bei der Wahl kleinerer oder grösserer Raketen diese Versetzung schwerer oder leichter und in allen ihren Theilen verhältnissmässig kleiner oder grösser angefertigt werden muss.

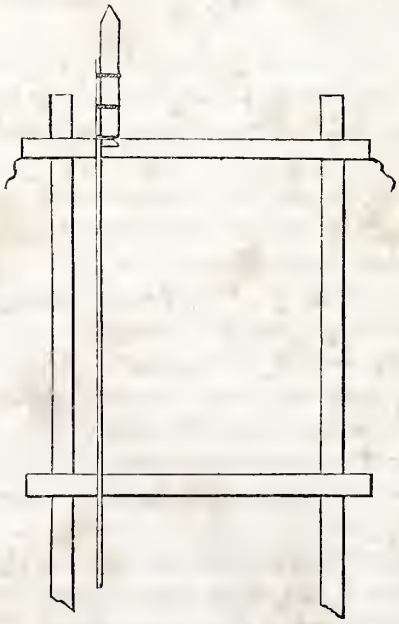
§. **149.** Soll die Rakete sich mit einem Schlage endigen, so füllt man über die Zehrung einige Kaliber hoch Kornpulver, und würgt dann die Hülse zu; oder man bringt im Hute der Rakete einen besondern Schlag an, welches wohl keiner weitern Beschreibung bedarf.

§. **150.** Die frühern Feuerwerker versetzten die Raketen noch mit allerlei andern Verzierungen, die während des Steigens ihre Wirkung machten; sie garnirten die Raketen mit Lichtfeuer, Sternen, Namenszügen, Schlägen, Schwärmern, umlaufenden Stäben u. s. w., und nannten sie *Ehrenraketen;*

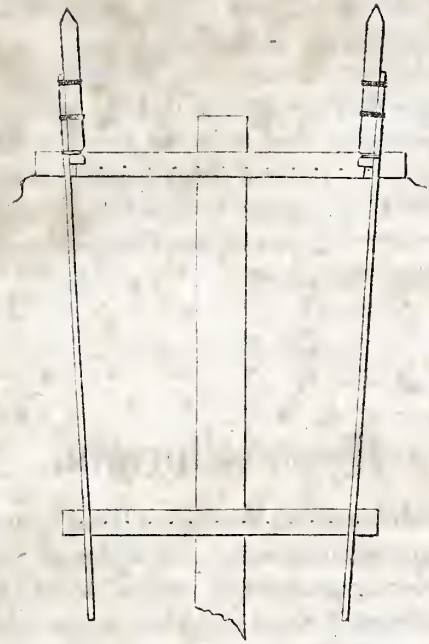
alle diese Dinge aber machen bei weitem nicht die Wirkung, die man sich davon verspricht, noch weniger lohnen sie die Mühe der Anfertigung. Die Heftigkeit des Steigens der Rakete unterdrückt das Feuer von dergleichen Anhängseln, lässt keine Zeit zu dessen Beschauung, und es erscheint in der Höhe dem Auge zu unbedeutend; überdem ist es dem Charakter einer Rakete zuwider, und erfordert sehr grosse Raketen, wenn es nur einigermaassen von Wirkung sein soll *).

Girandole, Pfauenschweif.

§. **151.** Bei grossen Feuerwerken lässt man die Raketen in Menge auf einmal aufsteigen, die Raketen werden in beliebiger Anzahl auf ein oder mehrere neben und hinter einander stehender Gestelle an leichten Latten aufgestellt, so dass die Stäbe derselben auf der untern Latte mittelst kleiner eingeschlagener Oesen in gleicher Entfernung von einander und in gehöriger Richtung erhalten werden. An der einen Seite der obersten Latte, da wo die Anzündungsstopinen der Raketen herabreichen, bringt man eine kleine Rinne an, in die eine starke Stopine mit Anfeuerung befestigt wird; man giebt den Stopinen, die aus den Seelen der Raketen hervorstehen, gleiche Längen, damit sie sämmtlich die in der Rinne liegende Stopine berühren. Es ist gut, die Stopine, welche in der Rinne liegt, mit Papier zu bedecken, und nur da, wo die Stopinen aus den Kehlen der Raketen herabreichen, kleine Oeffnungen in dem Papier zu lassen.



*) Wer dergleichen Dinge anfertigen will, der findet im *Taschenbuch für Kunst- und Lustfeuerwerker und Liebhaber* u. s. w. durch L. v. L—e. Pest. 1820. S. 143 genügende Angaben darüber.



Sind die Raketen so aufgestellt, dass sie alle perpendiculär aufsteigen müssen, so nennen dies die Feuerwerker eine Girandole, steigen die Raketen aber von einander divergirend auf, so heisst dies ein Pfauenschweif.

Schnurfeuer.

§. **152**. Man nimmt eine Rakete beliebigen Kalibers, und bindet oder leimt ein Stück einer Schwärmerhülse, die an beiden Seiten offen ist, ihrer Länge nach an dieselbe; durch diese Hülse zieht man eine Schnur, welche mit ihren beiden Enden irgendwo befestigt und stramm angespannt wird; zündet man nun die Rakete an, so muss sie längs der Richtung der Schnur an derselben hinfahren.

Man gebraucht dieses Feuerwerkstück, um entfernt oder sehr hoch stehende Darstellungen auf eine überraschende Art anzuzünden; zu dem Ende wird die Schnur so gespannt, dass die Rakete auf den Punkt hinläuft, wo die Anzündung geschehen soll. Die Rakete selbst bleibt über der Zehrung offen, und man richtet es so ein, dass sie dort, wo sie das Feuer hinbringen soll, ein

Päckchen Stopinen antrifft, die mit dem zu entzündenden Feuerwerkstück in Verbindung stehen, und welche durch das am hintern Theile der Rakete herausfahrende Feuer der Zehrung in Brand gerathen.

Durch zwei entgegengesetzt angebrachte Raketen, von denen die eine die andre entzündet, wenn die erste ausgebrannt ist, kann man das Schnurfeuer hin und herlaufend machen; man kann ihm eine drehende Bewegung durch einen damit verbundenen umlaufenden Stab geben, oder es auch mit Schlägen versehen, was für den Feuerwerkverfertiger wohl keiner besondern Beschreibung erst bedarf.

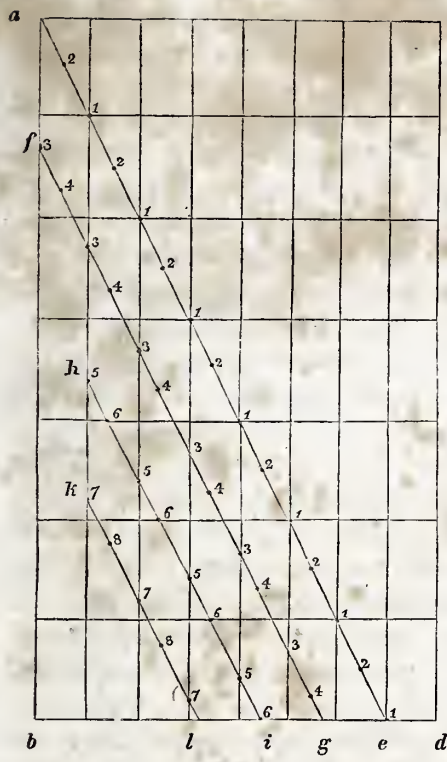
Bienenschwarm.

§. 153. Ein *Bienenschwarm* ist eine grosse Hülse erster Art, die mit einem faulen Funkenfeuersatz massiv geladen und senkrecht aufgestellt wird. An die *äussere* Fläche dieser grossen Hülse werden kleinere Hülsen in beliebiger Anzahl um und um aufrecht stehend angeleimt, welche oben offen, unten aber ganz zugewürgt sind.

Das Innere jeder dieser kleinen Hülsen wird durch eine verdeckte Stopine mittelst eines Loches, welches durch die Wand der grossen Hülse gebohrt ist und dicht über dem Boden der kleinen Hülse in diese hineinführt, mit dem Satze in der grossen Hülse in Verbindung gesetzt. Jede der kleinen Hülsen erhält eine Ladung von Kornpulver, und auf diese wird ein Schwärmer gestellt. Wenn nun der Satz in der grossen Hülse herunter brennt, so entzündet er nach und nach die Stopinenleitungen, welche in das Innere der kleinen Hülsen führen und durch sie die Pulverladungen, die dann die Schwärmer brennend herauswerfen, welches ein sehr angenehmes Schauspiel gewährt. Man richtet dies Feuerwerkstück so ein, dass das Herauswerfen der Schwärmer erst langsam und dann immer schneller auf einander folgt, und das Ende des Satzes in der grossen Hülse verbindet man mit einem grossen Schwärmerfasse, dessen Explosion das Schauspiel beschliesst.

Ich gebe hier die speciellere Beschreibung der Anfertigung eines solchen Bienenschwarmes für *vierzig* Schwärmer, nach welcher es dem Feuerwerker leicht sein wird, auch andere Einrichtungen nach Belieben damit zu treffen.

Man fertigt eine Hülse erster Art, *fünfzehn* Zoll lang, von *ein und ein halb Zoll innerem* Durchmesser, und macht dieselbe nur so dick an Papier, dass sie *zwei* Zoll äussern Durchmesser hat. Diese Hülse wird mit dem §. 72 angegebnen Raketensatze massiv geladen und dann unten zugewürgt oder mit

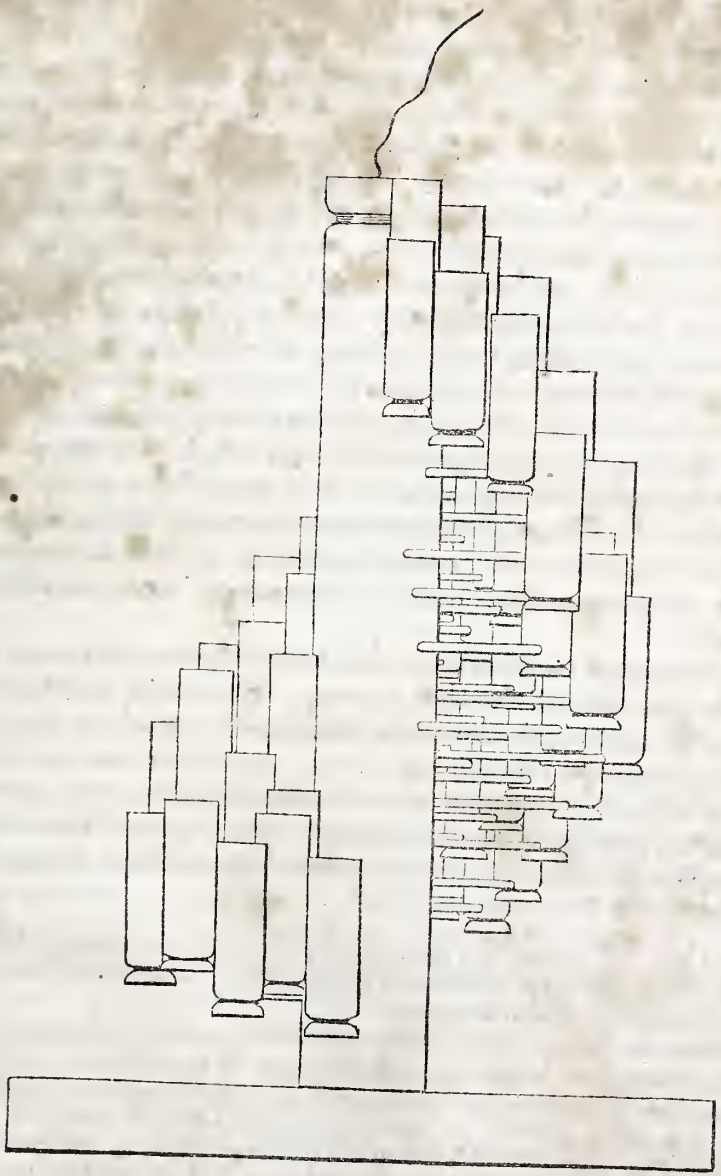


einer Ladung Thon verschlossen. Von der Länge der Hülse gehen für Kopf und Hintertheil etwa zwei Zoll ab, so dass die ganze Ladung dreizehn Zoll Höhe beträgt. Nun misst man mittelst eines Papierstreifens genauden Umfang der Hülse und verzeichnet diese gefundne Länge des Umfangs auf einem Bogen Papier durch die beiden Parallellinien *ab* und *cd;* ferner zieht man rechtwinklicht die Queerlinie *ac,* misst vom Punkte *a* an eilf Zoll herunter bis *b,* und zieht die Linie *bd* parallel mit *ac,* so entsteht das Oblongum *abcd.* Die Linie *ac* wird in acht gleiche Theile und die Linie *ab* in sieben gleiche Theile getheilt, und aus den Theilungspunkten von oben herab und queerüber werden Parallellinien gezogen; man zieht weiter die Diagonalen *ae, fg, hi, kl,* und bemerkt die angegebnen Punkte durch die Zahlen **1** bis **8**, wie sie auf der Zeichnung zu sehen sind. Ist diese Zeichnung entworfen, so wird das Oblongum *abcd* aus dem Papierbogen herausgeschnitten, auf der andern Seite mit Kleister bestrichen und um die grosse geladne Hülse so herumgeklebt, dass die Linie *ac zwei* Zoll unter dem Kopfe der Hülse zu liegen kommt. Hierbei ist zu bemerken, dass man das Oblongum etwa eine halbe Linie schmäler zeichnen muss, als der Umfang der Hülse beträgt, weil sich durch den Kleister das Papier etwas ausdehnt und dadurch etwas breiter wird, als es sein darf. Da, wo die mit den Zahlen **1** bis **8** bezeichneten Punkte hintreffen, werden kleine Löcher zwei Linien weit durch die Wand der Hülse bis auf den Satz gebohrt oder mit einem Locheisen hineingeschlagen.

Ferner fertigt man vierzig Hülsen eine halbe bis eine Linie stark von Papier über einen acht Linien-Winder, welche gut geleimt und an einer Seite ganz zugewürgt werden müssen, das überstehende Papier wird dicht über dem Bunde abgeschnitten, und diese Stelle mit einem Hammer etwas zusammengeschlagen, dass hier durchaus keine Oeffnung mehr übrig bleibe. Diese Hülsen bleiben am andern Ende ganz offen, und das zugewürgte Ende bildet einen festen Boden an denselben; diese acht Linien-Hülsen macht man ohngefähr dreiviertel Zoll länger, als die für dies Feuerwerkstück bestimmten Schwär-

mer. In jede dieser Hülsen wird, von der Seite hinein, ein viertel Zoll vom Boden entfernt, ebenfalls ein Loch von zwei Linien Weite gebohrt, in diese Löcher leimt man kleine hineinpassende Röhrchen von doppeltem Papier, und in die Röhrchen steckt man dünne Stopinen, die ein Stück in die Hülse hinein- und an dem andern Ende des Röhrchens ein wenig vorragen. Sind diese Hülsen gefertigt, so leimt man sie an die grosse Hülse an, ihre offenen Enden nach oben gerichtet, vertical mit der grossen Hülse, wobei man die kleinen Röhrchen dieser acht Linien-Hülsen jedes mit seiner Stopine in eins der, in die grosse Hülse gebohrten Löcher steckt. Diese kleinen Röhrchen mit ihren Stopinen müssen grade die Länge haben, dass die Stopinen den Satz in der grossen Hülse erreichen und so eine Communication mit dem Satze in der grossen Hülse und mit dem Innern der kleinen Hülsen bilden. Zuerst leimt man alle Hülsen an, deren Stopinenröhrchenverbindung in die mit **1** bezeichneten Löcher kommt. Diese Hülsen der ersten Reihe liegen dicht an der äussern Fläche der grossen Hülse an, dann leimt man die Hülsen der zweiten Reihe an, für die mit **2** bezeichneten Löcher; diese Hülsen der zweiten Reihe werden nicht mehr die äussre Fläche der grossen Hülse berühren können, sondern sie lehnen sich an die Seitenflächen der Hülsen der ersten Reihe an; dann verfährt man ebenso mit der dritten Reihe für die mit **3** bezeichneten Löcher und fährt dann weiter so fort, bis alle **40** Löcher mit den kleinen Hülsen besetzt sind; die Länge der kleinen Stopinenröhrchen richtet sich nach der Länge des Abstandes der kleinen Hülsen von der grossen Hülse und müssen selbe natürlich für jede neue Reihe etwas länger sein. Ist Alles trocken und fest geworden, so schüttet man in jede acht Linien Hülse *fünfzehn* bis *zwanzig* Gran Kornpulver, auf das Pulver aber stellt man einen vier Linien-Schwärmer mit seinem Kopfe nach unten gekehrt, und klebt dann die Mündung der Hülsen mit einem einfachen, dünnen Stückchen Papier zu, damit keine Funken während des Brennens der grossen Hülse hineinfallen können. Hat man die acht Linien-Hülsen nach der angegebnen Zeichnung an der grossen Hülse angebracht, so wird man finden, dass sie in einer Schlangenlinie um die grosse Hülse herumgehn, und dass jede Hülse den in ihr steckenden Schwärmer frei auswerfen kann.

Zu bemerken ist hierbei noch folgendes: Die Stopinenröhrchen, durch welche die Stopinen aus der grossen Hülse in die kleinen Hülsen geführt werden, müssen im Innern der kleinen Hülsen etwa einen Viertelzoll vorstehen, damit der Kopf des Schwärmers darauf ruhe und nicht direct auf der Pulverladung aufliege, damit das Pulver immer unter dem Kopfe des Schwärmers bleibe, wenn das Feuerwerkstück zufällig aus der senkrechten Lage gebracht werden sollte. Die Löcher in der grossen Hülse müssen nur grade bis auf den Satz gebohrt werden, und nicht noch in den Satz hinein, sonst kann leicht eine solche Höhlung im Satz der grossen Hülse wie die Seele einer



Rakete wirken, und das dann mit grosser Heftigkeit aus dem Loche in das Stopinenröhrchen fahrende Feuer leicht eine der kleinen Hülsen abschlagen, ehe sie ihren Schwärmer ausgeworfen hat.

Es ist zwar bequemer, die Löcher in der grossen Hülse hineinzuschlagen, als zu bohren, aber das Bohren dürfte *hier* zweckmässiger sein, denn durch

das Einschlagen so vieler Löcher kann der Satz in der Hülse Risse bekommen, und in Folge dieser die Hülse, nachdem sie angezündet worden, zerspringen, aus Gründen, welche in §. **101** näher entwickelt wurden*).

Macht man dies Feuerwerkstück von grösserer Dimension, als hier beschrieben worden, und nimmt man dazu *sechs* Linien-Schwärmer, so muss jede der Hülsen, die die Schwärmer enthalten, mit einem Stäbchen Holz unterstützt werden, damit die hier nöthige grössre Quantität des Ausstosspulvers die Hülse nicht herunterschlägt; bei den vier Linien-Schwärmern ist diese Vorsicht nicht nothwendig.

Man kann anstatt der Schwärmer auch kleine umlaufende Stäbe machen, und diese in die kleinen Hülsen laden; natürlich fällt dann bei diesen umlaufenden Stäben das mittlere Loch, das sonst zur Aufnahme eines Stifts, um den sich der Stab drehen soll, bestimmt ist, weg, weil sie sich so angewendet in der Luft frei bewegen. Diese kleinen umlaufenden Stäbe sind zwar etwas mühsam anzufertigen, aber sie machen eine sehr hübsche Wirkung, weil jedes eine Art von Tourbillon in der Luft bildet; doch muss man sie mit einem etwas schwächern Satze, als oben für dieselben im §. **76** angegeben ist, laden, sonst zerspringen sie in der Luft, wenige Augenblicke nachdem sie ausgeworfen worden; dasselbe geschieht, wenn die Pulverladung, die sie auswirft, sehr stark ist**).

Man kann anstatt der Schwärmer auch Leuchtkugeln in die kleinen Hülsen laden, was sich nicht minder schön ausnimmt. Für diese ist die Pulverladung nur zehn bis zwölf Gran. Soll sich dies Feuerwerkstück mit einer Menge in die Luft fliegender Leuchtkugeln enden, so verbindet man das Ende des Satzes in der grossen Hülse mit einigen Schwärmerfässern, die, anstatt mit Schwärmern, mit Leuchtkugeln gefüllt sind; oder, was noch besser ist, man leimt auf ein Brettchen dicht neben einander eine beliebige Menge kleiner

*) Es ist dies zwar *mir* nie, aber einem meiner Freunde einigemale begegnet. Vielleicht dürfte es zweckmässiger sein, die Löcher in die grosse Hülse, ehe man sie mit dem Funkenfeuersatze ladet, *zuvor* hineinzuschlagen.

**) Die Ursache dieses Verhaltens scheint mir folgende zu sein: Der umlaufende Stab, der hier perpendikulär in die Luft geworfen wird, muss die Quantität Luft, die den Raum einnimmt, den er während des Steigens durchläuft, aus dem Wege drücken; da sein Steigen aber sehr schnell geschieht, so kann die Luft nicht so schnell entweichen, sondern wird um den Stab herum zusammengepresst und folglich dichter. Da nun das Feuer des umlaufenden Stabes an der Seite desselben herausdringt, so wird dies mehr oder weniger durch die dichtere Luft an seinem freien Ausgange gehindert, es häuft sich im Innern der Hülse an, oder vielmehr die sich enthindenden Gase, und die Hülse wird zersprengt. Bei einem gewöhnlichen Schwärmer, wo das Feuer nach der Erde zu ausströmt, kann das Zerspringen nicht veranlasst werden, weil das Feuer da ausströmt, wo die Luft nicht zusammengedrückt, sondern im Gegentheil durch das Steigen des Schwärmers verdünnt wird.

Hülsen, die man ganz so verfertigt und ladet, wie die an der grossen Hülse befindlichen: ihre Communicationsröhrchen mit den darin steckenden Stopinen bringt man durch eine verdeckte Stopine mit einander in Verbindung, und richtet es so ein, dass diese Stopine Feuer fängt, wenn der Satz in der grossen Hülse zu Ende ist. Da auf diese Art jede Leuchtkugel aus einer besondern Hülse geworfen wird, so steigen sie alle gleich hoch, was nicht der Fall ist, wenn mehrere aus einem Leuchtkugelfass geworfen werden. Oder man sticht in den Boden dieser kleinen Hülsen ein Loch, steckt ein Stückchen Stopine hinein, das man dicht an der äussern Seite des Bodens abschneidet, im Innern der Hülse kann die Stopine etwas vorstehen, und nimmt ein leeres Leuchtkugelfass von beliebiger Grösse, überstreicht den Boden desselben inwendig mit Anfeuerung und stellt so viel dergleichen Hülsen hinein, bis es ganz voll ist; die Hülsen ladet man, wie beschrieben worden, jede mit einer Leuchtkugel, und bedeckt das Leuchtkugelfass mit einem Papier. Auf die Anfeuerung auf dem Boden des Leuchtkugelfasses leitet man eine verdeckte Stopine; wird diese angezündet, so entzündet die Anfeuerung die Pulverladungen der kleinen Hülsen von unten alle auf einmal, und die Kugeln werden alle zugleich in die Höhe geworfen.

Schlagleisten.

§. 154. Unter diesem Namen verstehet man eine dem vorhergehenden Feuerwerkstück ähnliche Vorrichtung, welche in folgender Arbeit bestehet:

Man nimmt eine hölzerne Leiste oder Brettchen von beliebiger Länge und Grösse, und schneidet auf der obern Fläche eine Rinne hinein, die so weit ist, dass sie eine Stopine aufnehmen kann. Man legt die Stopine in die Rinne, und leimt einen Papierstreifen darüber. Ferner fertigt man acht Linien-Hülsen der Art, wie sie oben beschrieben worden, die an beiden Enden offen sind, und leimt sie in beliebiger Entfernung von einander mit einem Ende auf die Linie, wo die Stopine liegt, aufrechtstehend auf. Da, wo die Stopine unter jeder Hülse fortläuft, sticht man ein Loch in den sie bedeckenden Papierstreifen, steckt ein kleines Stückchen Stopine hinein, und klebt dies mit Anfeuerung fest. Diese Hülsen werden nun mit Leuchtkugeln oder Schwärmern geladen. Wird nun die verdeckte Stopine angezündet, so entzünden sich die Ladungen der kleinen Hülsen alle zugleich; sollen sie sich aber nach einander einzeln entzünden, so füllt man die Rinne anstatt der Stopine mit einem beliebigen Funkenfeuersatze aus. Die Köpfe der Schwärmer versieht man für diesen Zweck mit recht steifen Stopinen, die sechs Linien lang vor dem Kopfe

des Schwärmers vorstehen; der Schwärmer muss auf diesem Stopinenendchen ruhen und nicht direct mit dem Kopfe auf der Pulverladung aufliegen, sonst rüttelt sich das Pulver zwischen dem Schwärmer und der ihn umgebenden Hülse leicht etwas herauf, und die Wirkung des Pulvers auf den Schwärmer wird unsicher und schwächer. Wird die Feuerleitungsrinne mit einem langsam brennenden Satze ausgefüllt, so macht man sie einen Viertelzoll tief und breit, und klebt einen Streifen starken Pappendeckel darüber, der dem Feuer in der Rinne den nöthigen Widerstand leistet, sonst werden die geladnen Hülsen leicht herabgeschlendert. Durch den Pappendeckelstreifen werden die Löcher zur Aufnahme der Communicationsstopinen gestochen.

Feuerräder.

§. **155.** Jeder in einem Kreise sich bewegende leuchtende Punkt bildet für unser Auge, sobald die Bewegung desselben eine gewisse Geschwindigkeit besitzt, *das,* was man im allgemeinen ein Feuerrad nennt; die im zweiten Abschnitt unter den Namen: umlaufender Stab, Pastilien, Tourbillon, beschriebenen Feuerwerkstücke sind mit dem allgemeinen Namen *Feuerräder* zu bezeichnen, die Feuerwerker verstehen aber, im engern Sinne, darunter verschiedene mechanische Vorrichtungen, welche mittelst der rückwirkenden Kraft dabei angebrachter Fontainenbränder im Kreise herumgedrehet werden, wodurch das Feuer dieser Bränder dem Auge als ein feuriger Kreis erscheint; es beruhet demnach das Wesentliche eines Feuerrades darauf, dass drei, vier, fünf, sechs, oder noch mehrere Fontainenbränder um einen feststehenden Punkt *beweglich*, so angebracht werden, dass das aus den Hülsen ausströmende Feuer rückwirkend diese Hülsen um den feststehenden Punkt herumdrehet. Diese Kreisbewegung muss eine gewisse *) Geschwindigkeit haben, wenn die Vorrichtung den verlangten Effect machen soll.

§. **156.** Die Feuerräder lassen sich auf sehr mannigfache Art darstellen und verändern, wofür ich weiter unten mehrere Angaben liefern werde, zuvor aber folgt hier die Beschreibung der Zusammensetzung eines ganz einfachen Feuerrades als die Grundlage aller übrigen zusammengesetzteren Vorrichtungen.

Man mache von leichtem Holze ein viereckiges Klötzchen, zwei Zoll ins Quadrat und einen Zoll dick, mit einem Loch in der Mitte; auf die zwei grossen Seitenflächen desselben nagelt man zwei Stückchen Weissblech, und

*) Nicht für alle Zwecke gleiche.

bohrt rechtwinkelicht mit dem Klötzchen in der Mitte ein Loch, einen viertel Zoll weit durch beide. Dieses Loch ist dazu bestimmt, einen eisernen Stab durchzustecken, um den sich das Rad bewegt.

In die vier schmalen Seiten des Klötzchens werden vier Speichen geleimt, einen Zoll breit, einen halben Zoll dick und vom Mittelpunkt des Klötzchens an gerechnet, fünf Zoll lang.

Die dem Mittelpunkt entgegengesetzten obern Kanten dieser Speichen werden mit dem Hohleisen ein wenig ausgekehlt, weil hierauf die das Rad bildenden Bränderhülsen zu liegen kommen.

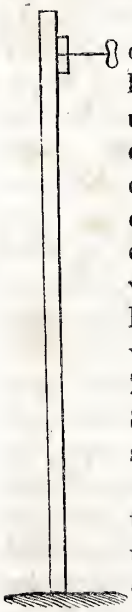
Nun nimmt man vier acht Linien-Schwärmerhülsen, zehn Kaliber lang, und ladet sie acht Kaliber hoch massiv mit einem der für die umlaufenden Stäbe angegebenen Sätze. Drei von diesen geladenen Hülsen werden über dem Satze, bis auf eine kleine Oeffnung von etwa ein viertel Kaliber Weite, zugewürgt; in die vierte Hülse schlägt man einen Papierpfropf auf den Satz und würgt sie darüber ganz zu. Jede dieser Hülsen wird nun auf eine der Speichen, in die Hohlkehle derselben, aufgeleimt, und zu mehrerer Sicherheit mit einem Bindfaden an die Speiche festgebunden, wozu man, etwa einen Zoll von der Hülse entfernt, ein Loch durch die Speiche bohrt, um den Bindfaden durchstecken zu können. Die Hülsen werden so auf die Speichen geleimt, dass ihre Köpfe sämmtlich entweder von der rechten zur linken Hand, oder umgekehrt stehen. Der Kopf der Hülse, der dem Ende derjenigen Hülse, welche hinter dem Satze ganz zugewürgt ist, zunächst steht, wird mit Anfeuerung angefüllt, und hier wird das Feuerrad zu seiner Zeit dann angezündet. Das Ende dieser ersten Hülse verbindet man nun durch eine verdeckte Stopine, auf die Art, wie §. 122 bei der Funkenfeuervorstellung gezeigt wurde, mit dem Kopfe der Hülse, die dieser zunächst folgt, das Ende dieser zweiten Hülse mit dem Kopfe der dritten, diese dritte Hülse endlich mit der vierten, so dass; wenn die erste Hülse ausgebrannt ist, sie die zweite, diese die dritte u. s. w. entzündet.

Will man nun das Feuerrad anzünden, so lässt man ein eisernes rundes Stäbchen, etwa sechs Zoll lang, anfertigen, welches sich an einer Seite in eine Holzschraube endet, an der andern Seite aber die Form eines Schlüsselgriffs hat und etwas dünner ist, als die Löcher in den Blechen des Klötzchens weit sind.

Man steckt nun das Rad mit seinem Mittelpunkt an das Stäbchen und schraubt dieses an einen fest stehenden Pfahl so fest als möglich ganz horizontal ein, so dass das Rad sich vertikal bewegen kann. Zu beiden Seiten des Rades wird eine kleine hölzerne Rolle, etwa drei viertel Zoll im Durchmesser und eben so breit, mit an das Stäbchen angesteckt, damit das Rad weder an den Pfahl, noch an den Griff des Stäbchens, seine Bewegung hindernd, anlaufen kann. Ein solches Rad muss eine schnelle lebhafte Bewegung ha-

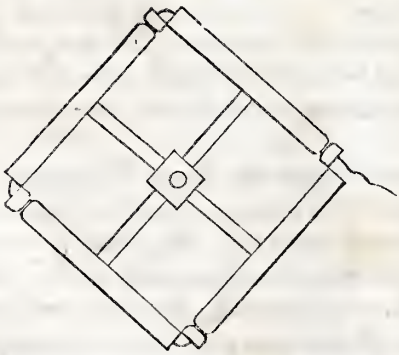
ben, wenn es einen anmuthigen Anblick gewähren soll, man hat daher darauf zu sehen, dass es so leicht als möglich sei, und wendet aus diesem Grunde für die Feuerräder keine Hülsen von grossem Kaliber an; Hülsen von sechs bis acht Linien sind für diesen Zweck die gebräuchlichsten.

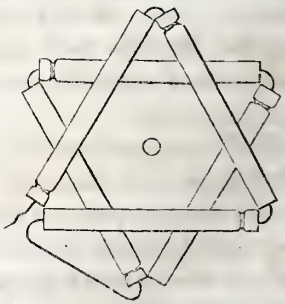
Da die Schnelligkeit der Schwungbewegung eines Rades mit dem steigenden Durchmesser desselben bei einer gewissen vorhandenen Kraft verhältnissmässig abnimmt, die Kraft sich aber nicht verhältnissmässig steigern lässt, ohne das Rad zu schwer zu machen, so dürfen die Feuerräder nicht on einem zu grossen Durchmesser sein, es wäre denn, dass man eine langsame Bewegung beabsichtigte.

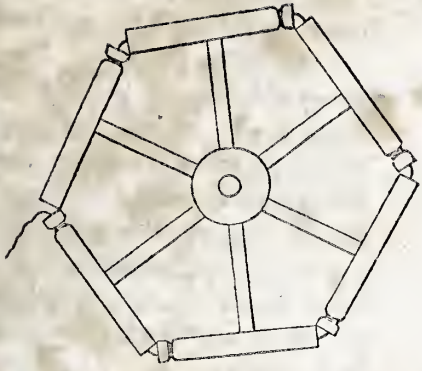


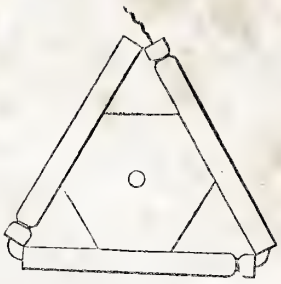
Zu bemerken ist, dass der Stift, um welchen sich das Rad drehet, sehr fest in den Pfahl eingeschraubt werden muss; sonst kann durch den Umschwung des Rades der Stift locker werden, und das Rad stürzt herunter; aus eben diesem Grunde gebe man dem Rade nicht mehr als den nöthigen Spielraum auf dem Stifte, den es bedarf, sich ohne Hinderniss drehen zu können; denn, ist der Stift sehr lang, so läuft das Rad gern nach dem vordern Ende desselben zu, wodurch der auf den Stift wirkende Druck des Rades vermehrt wird. Am zweckmässigsten ist es, wenn man in den Pfahl oder die Latte an den Punkt, wo das Rad angeschraubt wird, einen etwa zwei bis drei Zoll dicken und eben so langen Zapfen von hartem Holze einsetzt und in die Mitte desselben den Stift einschraubt, wodurch jedes mögliche Anlaufen des Rades am sichersten vermieden wird.

Anstatt des Klötzchens mit vier Speichen, welche die Hülsen tragen, kann man auch ein viereckiges dünnes Brettchen nehmen, und auf die Kanten desselben die Hülsen befestigen; in die Mitte des Brettchens leimt man eine hölzerne, etwa zwei Zoll lange





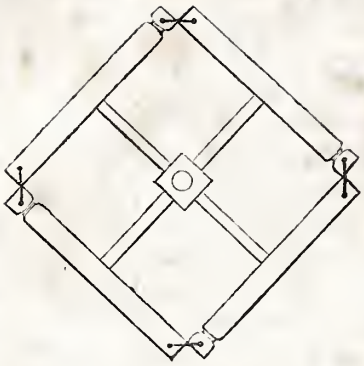




Nabe ein, durch die der Stab gesteckt wird, um den sich das Rad dreht. Solche Räder laufen sehr leicht, aber bei grössern Rädern kann man die Brettchen nicht anwenden, weil sie sich leicht krümmen, und wollte man sie etwas dicker machen, dann würden sie zu schwer sein.

Die hier beigefügten Zeichnungen zeigen die gebräuchlichsten Formen dieser einfachen Feuerräder.

§. 157. Es ist zweckmässig, in jede Hülse einen Kaliber hoch Thon vorzuschlagen, ehe man den Satz einladet, damit die Kehle nicht ausbrenne, wodurch die treibende Kraft sich vermindert, wie dies im §. 68 bei den Fontainenbrändern gelehrt worden ist, eben so zweckmässig ist es auch, jede Hülse mit einer Ladeschaufel faulen Satzes beginnen zu lassen, um einem möglichen Zerspringen der Hülse vorzubeugen; man thut dies aber nicht gern bei den Feuerrädern, weil dann die Bewegung des Rades bei jeder sich entzündenden Hülse etwas langsamer wird, was keinen guten Effect macht. Um bei sehr raschen Sätzen dem Zerspringen der Hülsen, welches durch das an den Köpfen der Hülsen befestigte zusammengebundene Papier veranlasst werden kann, einigermaassen vorzubeugen, kann man die Stopinenverbindung von einer Hülse zur andern noch zweckmässiger wie folgt, anbringen. Die hintern Enden sämmtlicher für das Feuerrad bestimmten Hülsen werden mit etwas Papier auf dem Satze verstopft und ganz zugewürgt, so dass hier gar keine Oeffnung übrig bleibt; die Köpfe der Hülsen erhalten ferner keine Umkleidung mit Papier, sondern die Mündungen der Köpfe der Hülsen werden blos mit einem ganz *dünnen, einfachen* Stückchen Papier überklebt; die Hülsen werden nach ihrer bestimmten Reihefolge an die Speichen des Rades gebunden, und dann auf der einen Seite des Rades in jede der drei ersten Hülsen an ihrem hintern Ende, da, wo der Satz aufhört, ein Loch, ohngefähr zwei Linien weit durch die Hülse *bis auf den Satz* hineingebohrt; ein gleiches Loch wird durch die *Wand* des *Kopfes* jeder der drei letztern Hülsen gebohrt, und das



Loch am hintern Ende der ersten Hülse mit dem Loche im Kopfe der zweiten Hülse, das hintre Loch dieser mit dem Loche im Kopfe der dritten Hülse u. s. w. durch eine verdeckte Stopine verbunden. Da auf diese Art das Feuer jeder Hülse nur das einfache Papier, womit die Mündung ihres Kopfes bedeckt ist, zu durchbrechen hat, so kann ein Zerspringen der Hülse auch bei einem sehr raschen Satze so leicht nicht erfolgen. Diese Art das Ende des Satzes in einer Hülse mit dem Kopfe einer andern zu verbinden ist bei den Feuerrädern und auch bei andern zusammengesetzten Feuerwerkstücken zur Ersparung des Raumes oft gar sehr zweckmässig und bequem. Auf der beigefügten Zeichnung ist sie angegeben.

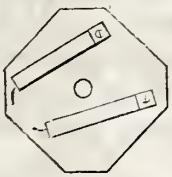
§. **158.** Bei diesen einfachen Feuerrädern liebt man es, wenn das Rad sogleich, nachdem es angezündet worden, seine Umdrehung plötzlich mit aller Schnelligkeit beginnt, um dies zu bewirken kann man durch die Kehle der *ersten* Hülse ein Loch, einen und einen halben bis zwei Kaliber tief, in den Satz der Länge nach hineinbohren und mit einem Stückchen Stopine versehen; dieses Loch wirkt so, wie die Seele in einer Rakete, und giebt dem Rade einen Stoss, der es sogleich, nachdem es Feuer bekommen, in eine schnelle Bewegung versetzt; die folgenden Hülsen bedürfen einer solchen Bohrung nicht, weil die treibende Kraft der ersten Hülse so lange noch fortwirkt, bis das Feuer der zweiten Hülse dieselbe Wirkung wieder übernimmt, auch würde eine solche Bohrung der folgenden Hülsen, deren Köpfe zugedeckt sein müssen, selbe leicht zerspringen machen.

Um dem Feuer des Rades Abwechselung zu geben, ladet man jede Hülse mit einem andern Satze: die erste Hülse ladet man gewöhnlich mit dem Satze Nr. **11** und die letzte Hülse mit dem Brillantsatz Nr. **17**, die beiden mittleren Hülsen ladet man beliebig mit andern Sätzen, der Satz Nr. **18** macht eine besonders gute Wirkung in einem Feuerrade, weil seine Wirkung am meisten von der der andern Sätze abweicht.

§. **159.** Bringt man mehr als *fünf* Hülsen an einem Rade an, so dauert die Wirkung zwar länger, doch halte ich dies nicht für zweckmässig, denn das Auge ermüdet zu leicht, wenn es eine und dieselbe Form längere Zeit sieht. Bei *sechs* Hülsen wird der Durchmesser des Rades und die Schwere desselben auch schon so gross, dass die Bewegung nicht mehr rasch genug ist, und das Auge sieht bei einer langsamen Bewegung nicht mehr *einen* ununterbrochenen feurigen Kreis, sondern bloss einen sich im Kreise bewegenden Feuer-

strahl, was einen sehr schlechten Effect macht. Bei solchen grössern Rädern von sechs und mehr Hülsen ist es daher besser, immer *zwei* Hülsen gegenüberstehend auf einmal brennen zu lassen; man führt dann z. B. bei einem Rade von sechs Hülsen die Stopinenleitung so, dass der Kopf der ersten Hülse mit dem Kopfe der vierten, das Ende der zweiten Hülse mit dem Kopfe der dritten, das Ende der vierten mit dem Kopfe der fünften und das Ende der fünften mit dem Kopfe der sechsten Hülse verbunden ist. Sollen zwei Hülsen zugleich sich entzünden, so ist zu bemerken, dass diese Hülsen durchaus keine Bohrung erhalten dürfen, denn da es nicht möglich ist, dass durch die von der einen Hülse zur andern gehende Stopinenleitung beide Hülsen in einem und demselben Momente entzündet werden, so wird durch die heftige Stossbewegung, welche die erst entzündete Hülse giebt, wenn sie etwas gebohrt ist, die Stopine aus der gegenüberstehenden Hülse leicht herausgeschleudert, ehe sie das Feuer in selbige hineingetragen hat, und diese brennt dann zuweilen gar nicht an. Brennen mehrere Hülsen an einem Rade auf einmal, so ist besonders darauf zu achten, dass die Brennzeiten der zugleich brennenden Hülsen sich vollkommen gleich sind, damit sie die mit ihnen weiter verbundenen Hülsen immer möglichst zugleich entzünden.

§. 160. Man kann die Feuerräder mit Flammenfeuer vielartig verzieren, was oft eine schöne Wirkung macht, wenn die Verzierung mit Geschmack angebracht ist; zu dem Ende setzt man mit Flammenfeuer geladne kurze, aber weite *) Flammenfeuerhülsen entweder rechtwinklicht auf die Speichen des Rades neben die Treibhülsen auf den Mittelpunkt des Rades zu, und verbindet sie mit dem Kopfe einer oder der andern Treibhülse mittelst einer verdeckten Stopine, wodurch ein Kreis von Flammenfeuer in der Mitte des Rades entsteht, oder man bindet die Flammenfeuerhülse der Länge nach auf eine der Treibhülsen, wodurch es scheint, als ob das Flammenfeuer das Rad drehe, oder man befestiget sie auf das Brettchen des Rades der Länge nach anliegend in verschiedenen Winkeln mit den Treibhülsen, wodurch verschiedene weite und enge Flammenfeuerkreise zwischen den Treibhülsen und der Mitte des Rades gebildet werden können. Die Befestigung dieser kleinen Flammenfeuerhülsen geschiehet am besten so, dass man ihnen am hintern Ende einen kleinen viereckigen hölzernen Zapfen giebt, welcher auf die Fläche des Brettchens, oder auch auf die Speichen des Rades mittelst einer Holzschraube aufgeschraubt wird.



Eine Flammenfeuerhülse von acht Linien Kaliber einen Zoll hoch geladen, brennt ohngefähr so lange, als eine acht Linien-Treibhülse von fünf bis sechs Zoll Länge. Die hiezu anzuwendenden Flammenfeuersätze müssen möglichst

*) Von sechs bis acht Linien.

rasch sein, sonst wird durch den Umschwung des Rades ihr Feuer zu sehr unterdrückt; man nimmt daher für diesen Zweck lieber die Leuchtkugelsätze als die Lichtersätze, weil letztere etwas faul sind, und unter diesen Sätzen wählt man die aus, welche die besten und grössten Flammen haben; auch hier hat man ganz besonders bei der Wahl der Farben der Flammenfeuersätze und der gleichzeitig brennenden Treibsätze auf das zu achten, was darüber in §. **120** gesagt worden ist. Für den obigen Zweck eignen sich ganz besonders gut alle die Flammenfeuersätze, welche eine recht wilde flackernde ungleiche heftige Flamme haben, so wie auch gemischt farbige Sätze, bei denen die Flamme zwei verschiedene Farben neben einander zeigt. §. **112.**

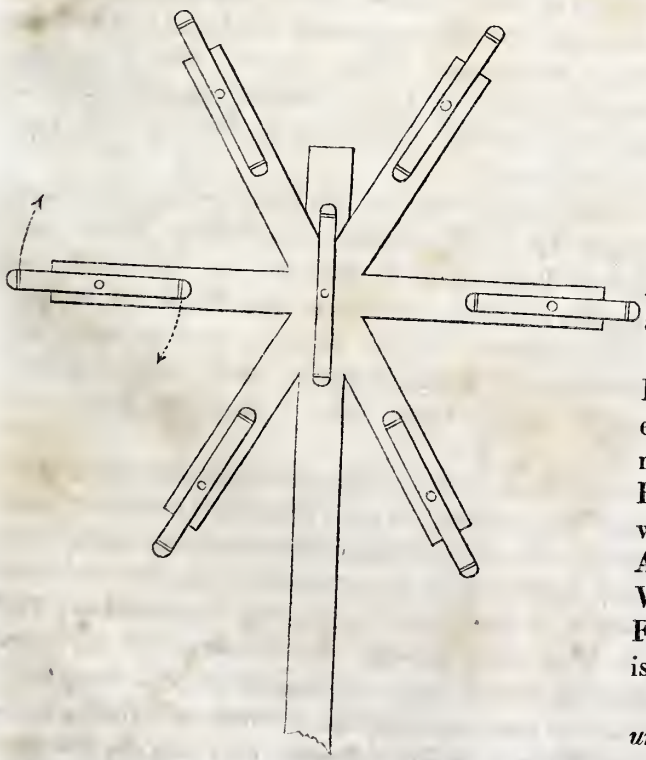
Eine solche zur Verzierung eines Feuerrades angewandte Flammenfeuerhülse muss man nie mit der Mündung einer Treibhülse, welche der schnellern Umdrehung wegen gebohrt ist, in Verbindung setzen; denn wenn der Stoss, den die Treibhülse giebt, nur ein wenig heftig ist, so entzündet sich die Flammenfeuerhülse nicht, oder wird auch wohl durch die Reibung an der Luft bei einer plötzlich eintretenden sehr schnellen Bewegung des Rades wieder ausgelöscht.

§. **161.** Ganz besonders hat man auch darauf zu achten, dass die Leitungsstopinen, welche diese Flammenfeuerhülsen anzünden sollen, recht sorgsam angelegt seien, man klebt daher in die Anfeuerung der Mündung der Flammenfeuerhülse zwei oder drei Stückchen Stopinen mit ein, welche aus der Anfeuerung etwas hervorragen, und bringt die Leitungsstopine in recht genaue Berührung mit diesen in die Flammenfeuerhülse eingeklebten Stopinenendchen; endet die Leitungsstopine blos lose auf der Anfeuerungssatzfläche der Flammenfeuerhülse, so kann es leicht kommen, dass letztere nicht anbrennt, wenn durch irgend einen Umstand die obere Fläche der Anfeuerung etwas unentzündlich geworden ist.

Die Leitungsstopine darf ferner nicht blos lose in ihrem sie bedeckenden Röhrchen stecken, sondern sie muss entweder mit etwas Anfeuerung darinnen an einigen Stellen festgeklebt, oder das Stopinenröhrchen mit einem Bindfaden an die in selben steckende Stopine festgebunden werden, sonst geschiehet es zuweilen, dass durch den Umschwung des Rades die Stopine aus ihrem Röhrchen herausgeschleudert wird, ehe sie das Feuer an den bestimmten Ort hingetragen hat; aus gleichem Grunde müssen auch die Leitungsstopinen an dem Orte, wo sie ihr Feuer hinbringen sollen, mit aller Sorgsamkeit gut befestiget werden. Die Röhrchen, welche die Stopinen einschliessen, muss man von dünnem, leicht verbrennlichen Papier und nur von *zwei* Papierwindungen machen, damit das Feuer der Stopine sie sogleich schnell durchbrenne, damit die aus dem Stopinenfeuer sich entwickelnden Gase leicht entweichen können. Sind die Röhrchen sehr stark und fest, so halten sie die Kraft des Feuers der Stopine zusammen und diese wirkt nun mit ihrer ganzen Gewalt nach den bei-

den Enden des Röhrchens zu, sind nun diese Enden des Röhrchens mit dem Theile des Feuerwerkstücks, von dem sie ausgehen und mit dem, welchen sie entzünden sollen, sehr fest verbunden, wie dies bei den beweglichen Feuerwerkstücken nöthig ist, und das sich entbindende Gas findet hier keinen Ausweg, so wird das Stopinenröhrchen mit einer Explosion zerrissen, welche oft so heftig ist, dass der zu entzündende Theil nicht anbrennt, oder wohl gar zerschmettert und heruntergeworfen wird. Kommen längere Stopinenleitungen vor, welche, zuweilen von einem feststehenden Punkte ausgehend, ein Feuerrad oder einen andern beweglicheu Theil eines dergleichen Feuerwerkstückes zu entzünden haben, so muss ebenfalls darauf gesehen werden, dass das Stopinenröhrchen dünn sei, besonders an seinem Endpunkte, damit es sogleich von dem Stopinenfeuer durch- und abbrenne, sonst kann es vorkommen, dass die ganze Stopinenhülse an dem sich bewegenden Theile hängen bleibt, dieser schleudert dann das Stopinenröhrchen mit sich herum, wodurch die verlangte Bewegung langsamer, zuweilen ganz gehindert wird.

§. 162. Manche Feuerwerker fertigen die Feuerräder nicht von massiv geschlagenen Hülsen an, sondern sie nehmen dafür gewöhnliche Raketen; solche Räder laufen mit grosser Gewalt, nehmen sich aber nicht besonders aus,



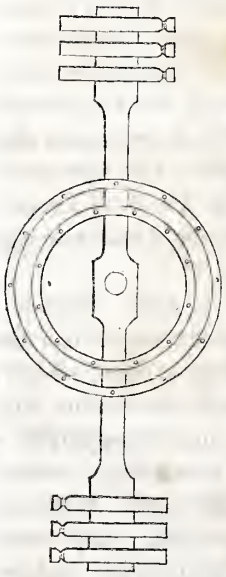
weil ihr Feuer und ihre Bewegung zu ungleich ist, auch lässt die Art ihres Feuers wenig Abwechselung zu.

§. 163. Nachstehend gebe ich nun die Beschreibung einiger auf verschiedene Art zusammengesetzter Feuerräder, welche eine gute Wirkung machen, und dem Feuerwerker zeigen werden, wie vieler Abwechselungen und Veränderungen dies Feuerwerkstück fähig ist.

Rosette. *Sieben umlaufende Stäbe* oder kleine Feuerräder

werden mittelst Stopinen mit einander verbunden und so aufgestellt, wie in der beigefügten Zeichnung zu sehen ist. Je grösser die Entfernungen dieser sieben Feuerkreise von einander sind, desto schöner ist die Wirkung: stehen sie zu nahe an einander, so verwirrt sich das Feuer zu sehr und giebt keine deutliche Formen. Bei diesen Feuerwerkstücken hat man ganz besonders darauf zu achten, was im §. **161**, die Stopinenverbindung betreffend, gesagt worden ist.

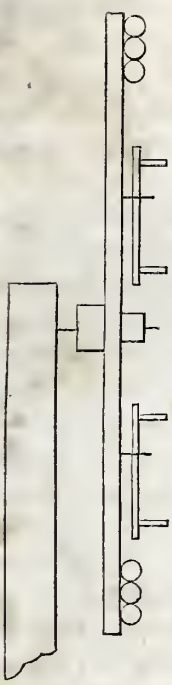
Balkenräder. Man nimmt eine leichte hölzerne Latte, in deren Mitte eine Nabe eingesetzt wird, mittelst der sie sich wie ein Feuerrad um einen fest stehenden Stift leicht im Kreise herum bewegen kann, auf jedes der beiden Enden der Latte bindet man drei, vier, oder mehrere Bränder, die mit einem treibenden Satze geladen sind, und verbindet diese Bränder mittelst Stopinen so mit einander, dass, wenn der erste Bränder ausgebrannt ist, er den zweiten, der zweite den dritten u. s. w, entzündet, man lässt auf jeder Seite des Balkens zugleich einen oder auch wohl zwei oder mehrere Bränder brennen,



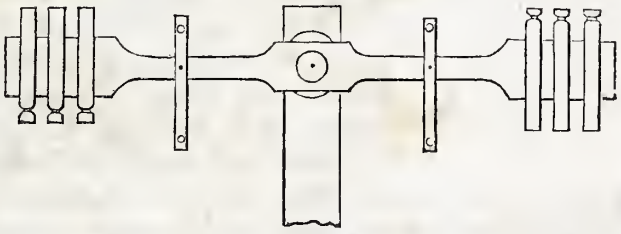
je nachdem man eine schnellere oder langsamere Bewegung wünscht. Es versteht sich von selbst, dass die treibenden Feuer der Bränder auf jedem Ende der Latte auf ein und dieselbe Seite wirken, und die beiden Seiten der Latte vom Mittelpunkt aus möglichst im Gleichgewicht mit einander stehen müssen. Die brennenden Bränder drehen die Latte, oder den sogenannten Balken im Kreise herum, und ihr Feuer bildet für das Auge ein Feuerrad.

Man bedient sich bei den Feuerwerken sehr häufig dieser Art von Feuerräder, um Sonnen, Sterne oder andere Figuren von Lichterfeuer eine Kreisbewegung machen zu lassen, indem man diese Dinge auf den Balken festheftet. Ebenso setzt man auch auf einen dergleichen sich drehenden Balken häufig kleinere Feuerräder, deren Feuer dann cykloïdische Linien bildet u. s. w..

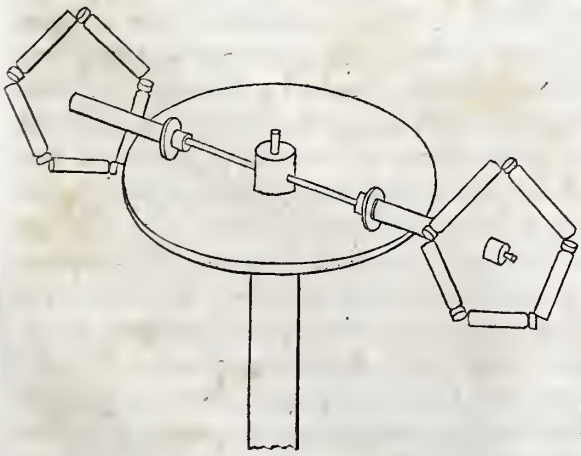
Schlangenrad. Eine andre ebenfalls hierher gehörige Verzierung ist diese: Man befestigt an jedes Ende eines hölzernen, etwa zwölf Zoll langen Stäbchens eine starke Flammenfeuerhülse, mit einem beliebigen Flammenfeuersatze geladen, bohrt in das Stäbchen vier Zoll von einem seiner Enden entfernt ein Loch queer durch, so dass das Stäbchen einen kürzern und einen längern Theil hat, wodurch einer schwerer als der andre wird; steckt in dies Loch eine kleine Nabe, und durch diese Nabe einen Stift. Dieser Stift wird auf einen so eben beschriebenen sich drehenden Balken unter den Treibhülsen nach der Mitte zu so eingeschraubt, dass sich das Stäbchen



mit seinen zwei Flammenfeuerhülsen leicht auf dem Stifte drehen kann; man setzt auf jede Hälfte der vordern Seite des Balkens ein solches Stäbchen und verbindet die Flammenfeuerhülsen mittelst Stopinen mit der ersten oder einer andern Treibhülse des Balkens; wenn sich nun der Balken dreht und die Flammenfeuerhülsen sich entzünden, so bilden sich für das Auge fortwährend abwechselnde excentrische Kreise von Flammenfeuer, wie sich durch einander schlingende Bänder, weil das schwerere Ende des Stäbchens immer nach unten fällt, was sich sehr hübsch ausnimmt; die Bewegung des Balkens darf aber nicht sehr rasch sein, sonst bewegen sich die Stäbchen nicht um ihre Stifte, und es entstehen dann nur concentrische Kreise.

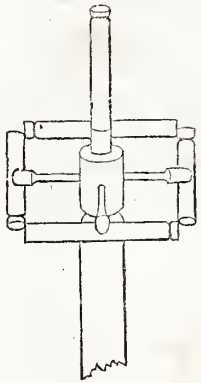


Tellerrad. Unter diesem Namen verstehen die Feuerwerker ein Feuerrad, welches zweierlei Bewegungen macht und, wie folgt, angefertiget wird. Zwei runde eiserne Stangen, zusammen von etwa drei Fuss Länge, sind in eine aufrecht stehende Nabe von beiden Seiten eingeschraubt; diese Nabe bewegt sich mit den Stangen auf einem perpendiculär stehenden Stifte im Kreise,



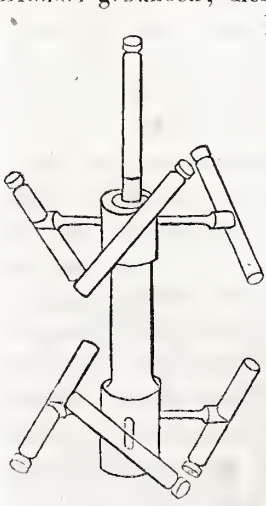
an jedes der beiden Enden der Stangen wird ein einfaches Feuerrad von vier oder fünf Hülsen *beweglich* angesteckt. Die Naben dieser Feuerräder sind nach der Mitte der die Stangen tragenden Nabe zu etwas verlängert und erhalten hier an ihren Enden eine jede eine kleine Rolle von drei Zoll Durchmesser; diese Rollen oder runde Scheiben ruhen auf einer hölzernen Platte, welche unter dem

Stifte liegt, um den sich die Nabe mit den eisernen Stangen bewegt. Die Mündungen der beiden Räder werden mittelst einer Stopine verbunden. Beginnen die beiden Räder nun zu laufen, so bewegen sie sich nicht allein um ihre Achsen, sondern laufen auch horizontal um die hölzerne Platte herum, und es sieht aus, als ob ein Rad das andre vor sich her jage, was einen recht artigen Anblick gewährt.

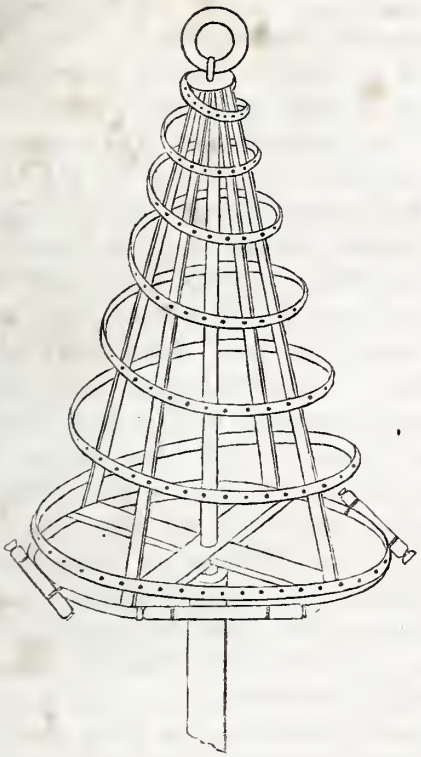


Horizontalräder. Man kann auch ein Feuerrad horizontal liegend abbrennen, es bildet sich dann ein feuriger Schirm, diese Feuerräder werden dann gewöhnlich mit aufrecht stehenden Fontainen, bengalischen Flammen oder andern dergleichen Dingen nach Belieben verziert.

Kaprize. Unter diesem Namen ist bei den Feuerwerkern ein Feuerwerkstück bekannt und beliebt, welches aus einem horizontal liegenden Feuerrade bestehet, dessen Hülsen so gestellt sind, dass sie ihr Feuer abwechselnd bald mehr nach oben, bald mehr nach unten werfen; man fertiget es, wie folgt an: An eine leichte hölzerne Nabe von zwölf bis fünfzehn Zoll Höhe, die sich auf einem perpendikulär stehenden Dorne leicht drehen muss, werden sechs kleine Arme oder Speichen eingesetzt und auf diese Bränder gebunden; diese Speichen sind vorn, wo die Hülsen darauf zu liegen kommen, so ausgekehlt, dass diese Hülsen eine solche Stellung bekommen, vermöge welcher sie ihr Feuer sämmtlich entweder von der rechten zur linken Hand oder umgekehrt werfen, mit der Perpendikulärlinie der Nabe verschieden liegende, aber immer *halbe rechte* Winkel bilden, damit das aus ihnen ausströmende Feuer, sei es nun nach oben oder nach unten, noch immer im Stande sei, die Maschine zu drehen. Die obern Hülsen werden gewöhnlich mit ihren Köpfen nach unten gerichtet, an die Speichen befestigt, und mittelst Stopinen so mit einander verbunden, dass, wenn eine Hülse ausbrennt, sie eine andere in einer andern Richtung stehende entzündet, oder auch zwei oben und unten zugleich brennen. Die Kaprizen werden auch häufig nebenbei noch mit Lichterfeuer verziert. Eine ähnliche sieh sehr anmuthig ausnehmende Vorrichtung ist die

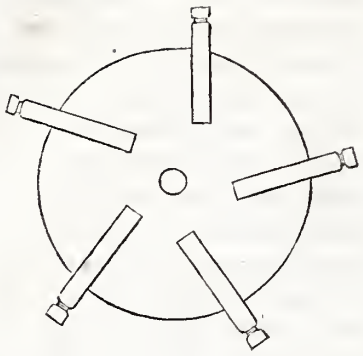


Spirale. Man macht ein Gestelle von sechs leichten hölzernen Stäbchen von beliebiger Länge, die an einem Ende mittelst eines horizontal liegenden Kreuzes, das sechs Seitenlatten hat, auseinandergehalten werden, am andern Ende sich aber an eine kleine hölzerne Platte anschliessen, welche in der



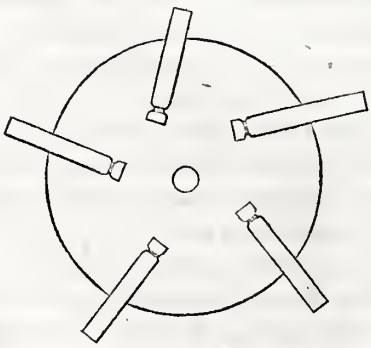
Mitte ein kleines Loch hat; durch die Mitte des Kreuzes geht ein grössres Loch, und das Ganze wird auf eine runde perpendikulär stehende Stange, die an ihrem obern Ende einen eisernen Stift trägt, so gestellt, dass diese Stange im Loche des Kreuzes durchgeht, der eiserne Stift aber von dem Loche der dem Kreuze entgegenstehenden kleinen Platte aufgenommen wird. Diese Vorrichtung bildet eine sechsseitige *Pyramide*, welche sich leicht und willig um die durch ihre Mitte gehende Stange im Kreise herumdrehen muss. Um die sechs Stäbchen, welche die Pyramide bilden, werden in einer Spirallinie Lichtchen und obenauf eine beliebige Figur von Lichtchen gesetzt, welche auf eine schickliche Art an die Spirallinie befestigt und mittelst Stopinen mit einander verbunden werden. An den Seitenlatten des untern Kreuzes bringt man sechs oder auch mehr mit einem treibenden Feuer geladne Bränder horizontal an, die mittelst Stopinen so mit einander verbunden werden, dass, wenn eine Hülse ausbrennt, sie eine andre entzündet. Diese Hülsen bilden ein liegendes Feuerrad und sind dazu bestimmt, die ganze Pyramide im Kreise herumzudrehen. Durch Proben muss man ermitteln, von welchem Kaliber und wie viel Hülsen man für dies Feuerrad zu nehmen hat, damit es Kraft genug habe, die Pyramide zu drehen, und damit es auch so lange wie die Lichtchen brenne; ist das Feuer *einer* Hülse nicht stark genug für die zur Bewegung erforderliche Kraft, so kann man zwei auch drei Hülsen gegenüberstehend auf einmal brennen lassen; es ist dies zweckmässiger, als Hülsen von sehr grossem Kaliber dazu zu nehmen, weil diese das Ganze zu schwer machen. Diese Vorrichtung macht einen sehr schönen Effekt, wenn sie grossartig ausgeführt wird.

Doppelräder. Man steckt zuweilen zwei Feuerräder so auf, dass sie sich um *einen* Mittelpunkt bewegen, doch so dass die Bewegung des einen von der rechten zur linken Hand, die des andern aber von der linken zur rechten Hand geschieht; laufen die Räder sehr schnell, so macht es keinen besondern Effect, bewegen sie sich aber etwas langsam, so gewährt das sich durchkreu-



zende Feuer einen recht angenehmen Anblick; man sorge hierbei, dass jedes Rad sich frei bewegen könne, und dass sie nicht an einander anlaufen.

Eine sich recht hübsch ausnehmende Art dieser Doppelräder ist folgende. Man nimmt eine hölzerne leichte runde Scheibe, versiehet sie in der Mitte mit einer Nabe, mittelst der sie sich um einen feststehenden Stift wie ein Feuerrad bewegen kann. Auf die eine Fläche dieser Scheibe befestiget man *fünf* Fontainenbränder so, dass dieselben mit dem Radius der Scheibe einen Winkel von fünf Graden bilden; diese Bränder werden mittelst einer Stopine so verbunden, dass sie alle auf einmal brennen. Man fertiget zwei solcher Räder von ganz gleicher Grösse und Art, und steckt beide so an *eine* Achse, dass das eine von der rechten zur linken, das andere von der linken zur rechten Hand sich bewegen muss; die sich durchkreuzenden Feuerstrahlen gewähren einen sehr hübschen Anblick, die Bewegung beider Räder muss aber langsam sein, sonst verwirrt sich das Feuer, und man erblickt keine bestimmte Zeichnung, auch darf man nicht mehr als fünf, höchstens sechs Bränder an einem solchen Rade auf einmal brennend anbringen, sonst verwirrt sich das Feuer ebenfalls zu sehr; man kann ferner, um die Wirkung länger dauernd zu machen, neben den erstlich brennenden fünf Brändern noch fünf andere befestigen, welche sich entzünden, wenn die erstern ausgebrannt sind, auch auderweitige Verzierungen von Lichterfeuer in die Mitte des vordern Rades anbringen, wie dies wohl keiner weitern Beschreibungen mehr bedarf.



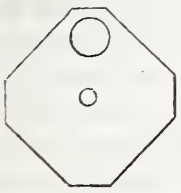
Eine andere Abwechselung dieser Räder bestehet darin, dass man die Hülsen des *vordern* Rades mit ihren Köpfen nach dem Mittelpunkt des Rades zu kehrt, wodurch der sonst dunkel bleibende mittlere Kreis ebenfalls mit Funken ausgefüllt wird.

Durch eine mehr oder weniger gegen den Radius des Rades geneigte Stellung der Bränder kann man jede beliebige Geschwindigkeit der Bewegung erlangen.

Mond. Mit diesem Namen will ich eine zu den Doppelrädern gehörige Vorrichtung bezeichnen, deren

überraschende Wirkung auf einer optischen Täuschung besonderer Art beruhet.

Man fertige *zwei* ganz gleiche einfache Feuerräder, jedes von vier Brändern, deren hölzerner Theil nicht aus Speichen, sondern aus einem Brettchen*) bestehet. Die Treibhülsen beider Feuerräder sind mit einem raschen Satze geladen, so dass die Bewegung der Räder möglichst lebhaft sei. Diese beiden Räder werden an *einem* Stift so angesteckt, dass sie sich um denselben das eine rechts, das andere links, bewegen, zwischen beiden Rädern muss ein Zwischenraum von zwei ein halb bis drei Zoll frei bleiben. Auf die, *dem vordern Rade zugewandte* Fläche des *hintern* Rades, setzt man rechtwinklicht mit dem Brettchen des Rades vier mit Flammenfeuer geladene kurze Lichtchen. Diese Lichtchen stehen also zwischen den beiden Rädern an der Fläche des hintern Rades befestiget rechtwinkelicht mit derselben, man setzt ein jedes der Lichtchen neben den Kopf einer Treibhülse, verbindet es mit demselben mittelst einer Stopine, so dass immer *ein* Lichtchen entzündet wird, sobald eine Treibhülse Feuer bekommt; die Lichtchen macht man ohngefähr einen Zoll lang, damit jedes eine möglichst gleiche Brennzeit mit der dasselbe entzündenden Treibhülse habe. In das Brettchen des vorderen Rades wird an einer beliebigen Stelle ein rundes Loch von zwei bis drei Zoll Durchmesser, nach Maassgabe der Grösse des Rades auch wohl grösser, geschnitten. Werden nun beide Räder zugleich in Brand gesetzt, so siehet es aus, als ob eine hell erleuchtete runde Kugel in der Mitte einer feststehenden Funkenfeuersonne sich *langsam* im Kreise herumbewege. Diese optische Täuschung beruhet darauf, dass die Durchsicht, welche das Loch im Brettchen des vorderu Rades bildet, bei jeder einmaligen Umdrehung der Räder nur immer *einen* Moment erleuchtet wird, während es über das brennende Lichtchen hinweg läuft. Liefen beide Räder mit ganz gleicher Geschwindigkeit, so würde die erleuchtete Durchsicht für das Auge auf einem Punkt feststehend bleibend erscheinen, weil die Erleuchtung der Durchsicht immer bei ein und derselben Stellung der Räder gegen einander stattfinden würde, da aber zwischen beiden Rädern immer eine Verschiedenheit der Bewegungsgeschwindigkeit obwaltet, so ändert sich auch bei der jedesmaligen Umdrehung der Räder die Stellung des Punktes, bei welchem die Durchsicht erleuchtet werden muss, und es ist daher die Bewegungsgeschwindigkeit der scheinbar langsamen Bewegung der erleuchteten Durchsicht von der Differenz der Bewegungsgeschwindigkeit der Räder abhängig, je grösser diese Differenz ist, desto schneller wird die Bewegung der Durchsicht erscheinen; ändert sich die Bewegungsgeschwindigkeit der



*) §. 156.

Räder *so*, dass das erst langsamer laufende Rad nun schneller als das andere zu laufen beginnt, so ändert auch die erleuchtete Durchsicht die scheinbare Richtung ihrer Bewegung, und gehet nun, wenn sie vorher rechts ging, nunmehr links herum. Brennen zufällig zwei Flammenfeuerlichtchen auf einmal, so erblickt das Auge zwei erleuchtete Durchsichten.

§. **164.** Diese hier entstehende optische Täuschung führt mich auf den Gedanken, ob nicht mittelst ähnlicher optischer Täuschungen neue, und überraschende Effecte in der Lustfeuerwerkerei hervorgebracht werden könnten*).

§. **165.** Die Feuerwerker betrachten es als eine besondere Kunst, wenn ein Feuerrad am Ende seiner Wirkung ein anderes Feuerwerkstück entzündet, weil es vielen unbegreiflich scheint, wie von einem beweglichen Feuerwerkstück das Feuer zu einem bestimmten Momente fortgepflanzt werden kann. Die Sache ist indess gar nicht so schwierig auszuführen; nämlich wie folgt. Um den Stift herum, um welchen sich das Feuerrad dreht, befindet sich *hinter* dem Feuerrade dicht an der Latte oder dem Pfahle, worin der Stift eingeschraubt ist, eine runde Scheibe von Pappendeckel, etwa drei Zoll im Durchmesser, diese Scheibe wird auf der dem Feuerrad zugewendeten Seite mit Stopinen kreuz und queer überzogen, und dieser Stopinenüberzug steht mittelst einer verdeckten Stopine durch ein von hinten durch die Scheibe führendes Loch mit dem zu entzündenden anderweitigen Feuerwerkstücke in Verbindung. Nun nimmt man ein Feuerrad, dessen hölzerner Theil aus einem Brettchen mit einer Nabe besteht, und leitet aus dem Ende der *letzten* Treibhülse des Rades eine verdeckte Stopine an dem Brettchen des Rades herunter nach dem Mittelpunkt des Rades zu, bis auf die Nabe, von hier geht die verdeckte Stopine auf der *äussern* Fläche der Nabe bis an das hintere Ende derselben fort, und mündet sich hier einen Viertelzoll vor der mit Stopinen überzogenen Scheibe; diese Stopine kann von ihrer papiernen Bedeckung etwa einen Zoll vorstehen, und schleift während der Bewegung des Rades auf der Stopinenbedeckung der Scheibe leicht hin, ohne weiter direct damit verbunden zu sein; brennt nun die letzte Treibhülse des Feuerrades aus, so entzündet sich diese Stopine und theilet das Feuer den Stopinen auf der Scheibe mit, welchen Punkt auf der Scheibe sie im Augenblick ihrer Entzündung auch berühren möge. Die Stopinen auf der Scheibe führen nun das Feuer beliebig weiter. Damit die Stopinen auf der Scheibe sich nicht zur Unzeit durch darauf fallende Funken entzünden, wird der Raum zwischen der Scheibe und der hintern Fläche des Rades mit einem Cylinder von Pappendeckel bedeckt, der an den Rand der Scheibe angeleimt ist, und der bis nahe heran an das Feuerrad

*) Ich erinnere hier an die in neuerer Zeit bekannt gewordene sogenannte optische Zauberscheibe, Phorolit, deren Wirkung für unser Auge auf einem ähnlichen Princip beruhet.

reicht. Es versteht sich von selbst, dass dies alles sorgfältig eingerichtet sein muss, damit nichts die Bewegung des Rades hindere.

Kanonade.

§. 166. Man verbindet einige hundert kleine und grosse Schläge durch verdeckte Stopinen so mit einander, dass die Stopinenleitung von einem zu dem andern Schlage eine Elle mindestens lang ist; man nimmt zu jeder Leitung doppelte oder dreifache Stopinen, und bindet die Hülsen derselben, jede an einigen Stellen mit Bindfaden fest zusammen, damit jede Stopine ihre Hülse zerreissen muss, wodurch eine Menge kleiner Schläge zwischen den grössern gehört werden. Diese Kanonade wird gewöhnlich während des Verlöschens des letzten Stückes eines Feuerwerks angezündet und macht eine gute Wirkung, besonders wenn man etwas langsam brennende Stopinen für die Verbindungen der Schläge nimmt. Für diese Schläge kann man sehr gut die Hülsen ausgebrannter Raketen benutzen, welche, wenn sie gut gemacht sind, in der Regel wenig leiden; man säubert sie von aller darin befindlichen Kohle und verbrannten Schlacken, und schlägt die Kehle, um ihr die frühere Enge wieder zu geben, einen Kaliber hoch mit Thon aus, wie in §. 68. gezeigt worden ist.

VIERTER ABSCHNITT.

Einige Bemerkungen über das Feuerwerk im Allgemeinen betreffende Gegenstände.

Vom Wasserfeuerwerk.

§. 167. Wo die Localität es erlaubt, gewährt es eine besondere Belustigung und einen angenehmen Anblick, wenn man Feuerwerkstücke auf dem Wasser abbrennt. Ich habe nie Gelegenheit gehabt, ein dergleichen Wasserfeuerwerk zu sehen, noch selbst anzufertigen, und kann daher auch keine specielle Beschreibung davon geben. Man benutzt dafür alle Feuerwerkstücke, die auf dem Lande abgebrannt werden, nur mit dem Unterschiede, dass man sie mit einer hölzernen Vorrichtung verbindet, durch welche sie auf dem Wasser schwimmend erhalten werden, und man streicht den im Wasser sich befindenden Theil gut mit Oelfarbe an, damit sie nicht im Innern nass werden. Es giebt aber auch mehrere für das Wasserfeuerwerk allein, *besonders* eingerichtete Feuerwerkstücke, die ich jedoch hier nicht angeben kann und will, weil ich sie selbst nicht versucht habe und selbe nur aus den in andern Feuerwerkschriften vorkommenden Beschreibungen kenne.

Vom Tafelfeuerwerk.

§. 168. In einer alten sehr bekannten Schrift über die Lustfeuerwerkerei*) findet man eine specielle Abhandlung über das *Tafelfeuerwerk,* woraus hervorgehet, dass dergleichen früher beliebt war und zur Belustigung der Gesellschaften in Zimmern oder Sälen angewendet wurde. Nach dieser Beschreibung bestand das Tafelfeuerwerk aus den gewöhnlichen Feuerwerkstücken aller Art, welche in einem so kleinen Maassstabe angefertiget wurden, dass man sie im Zimmer ohne Gefahr abbrennen konnte; den Sätzen, welche diese kleinen Feuerwerkstücke enthielten, wurden gewöhnlich wohlriechende Harze, insbesondere *Benzoe* beigemischt. Ich habe zwar keine rechte Vorstellung von der Annehmlichkeit eines solchen Zimmer- und Tafelfeuerwerkes, noch weniger davon, wie die zuschauenden Damen durch die herumfliegenden Funken und den Schwefeldampf nicht belästiget wurden, da aber, wie ich in Erfahrung gebracht habe, dergleichen Tafelfeuerwerkbelustigung neuerdings in Wien und Berlin wieder Aufnahme gefunden hat, so erlaube ich mir, diejenigen, welche sich damit beschäftigen wollen, darauf aufmerksam zu machen, wie sich die hier in diesem Buche angegebenen, *keinen Schwefel enthaltenden Flammenfeuersätze* nach meiner Meinung ganz besonders für das Tafelfeuerwerk eignen müssen, weil sie fast keinen, wenigstens keinen übelriechenden, oder die Lunge reizenden Rauch hinterlassen. Es bleibt für den Zweck nur noch übrig ein geruchloses *Schiesspulver* zu machen, um Funkenfeuersätze, Treibfeuersätze und Schläge auch ohne Schwefel, geruchlos, darzustellen, und auch dies gehet recht gut an. Man reibt *vier* Theile chlorsaures Kali mit *einem* Theil feiner Kohle, nebst *ein* Procent Gummi arabicum mit Wasser auf einem Reibsteine sorgfältig auf das innigste, wie eine Malerfarbe, zusammen, wobei jedoch nicht mehr Wasser genommen werden darf, als gerade nur nothwendig ist, eine steife Teigmasse zu erhalten, die Masse lässt man trocknen und pulverisirt sie dann wieder. Dieses Pulver hat dieselbe, ja eine noch weit heftigere Wirkung, als das gewöhnliche Mehlpulver; will man es zu Schlägen anwenden, so wird es wie das gewöhnliche Pulver gekörnt — man erlangt dies, für kleinere Quantitäten leicht, wenn man die getrocknete Masse gröblich pulverisirt und mittelst verschiedener gröberer und feinerer Siebe *die* Partikelchen heraus siebt, welche grade die verlangte Grösse der Körnung haben — dies Pulver wirkt ebenfalls viel schneller und heftiger, als das gewöhnliche Schiesspulver, es liefert auch, dazu verwendet, vollkommen gute, geruchlose Stopinen, eben so kann man es auch als geruch- und gefahrlose *Anfeuerung* gebrauchen; für diesen letztern Zweck werden dem Pulver noch zehn Procent *grobe Kohle* beigemengt; wird diese Anfeuerung für Leuchtkugeln gebraucht, welche mit Wasser angemacht sind, so setzt man der Mischung noch zwei Procent Gummi, sind sie mit Weingeist gemacht, anstatt des Gummi, eben so viel Mastix als Bindungsmittel zu. Als Anfeuerung für

*) Von Blümel. Strassburg. Anno 1755.

Lichtchen ist in derselben Art eine Mischung von *drei* Theilen chlorsaures Kali mit *einem* Theil Milchzucker sehr zweckmässig, welche man nach Bedürfniss mit Wasser oder Weingeist anmacht; für Leuchtkugeln ist diese Anfeuerungsmischung jedoch zu faul.

Um das Nachglimmen der Papierhülsen bei den Tafelfeuerwerkstücken zu vermeiden, wird angegeben, man solle das dazu zu verwendende Papier mit einer schwachen Auflösung von *phosphorsaurem Ammoniak* in Wasser, oder auch *Alaun,* zuvor bestreichen und wieder troeknen lassen, was ohne Zweifel recht zweckmässig sein mag.

Von dem Arrangement eines Feuerwerks.

§. 169. Der gute Effect eines Feuerwerks hängt nicht sowohl von der Grösse und der Menge der abzubrennenden Feuerwerkstücke ab, sondern weit mehr von der geschickten Wahl der Feuerwerkstücke, von der Reihefolge, in der sie hinter einander dem Auge vorgeführt werden, von der geschmackvollen Verbindung einfacher Feuerwerkstücke zu grössern Darstellungen und von der guten Wahl des Feuerwerkplatzes. Die Verhältnisse der Localität, die dem Feuerwerker zu Gebote stehenden Mittel und der gebildete Geschmack müssen hierbei die Leiter sein; es können daher hier nur einige allgemeine Regeln gegeben werden.

Die Reihefolge, in der die Feuerwerkstücke hinter einander abgebrannt werden sollen, richtet man so ein, dass die kleinern Feuerwerkstücke zuerst, die grössern zuletzt kommen, und die Gattung der Feuerwerkstücke wählt man so, dass immer Funkenfeuer mit Flammenfeuer abwechselt. Mit dem Flammenfeuer muss man nie zu verschwenderisch umgehen, man schadet dadurch dem Effecte des Funkenfeuers; besonders hüte man sich zu Anfang eines Feuerwerks dem Auge sogleich mehrere verschiedene farbige Feuer auf einmal vorzuführen. Es ist besser, nur immer eine oder zwei Farben auf einmal erscheinen zu lassen, damit das Auftreten einer neuen Farbe die Aufmerksamkeit wieder spanne; verschwendet man auf einmal alle hierinnen zu Gebote stehenden Mittel, so wird das Auge zu bald abgestumpft; die schönsten farbigen Feuer und die wirksamsten Zusammenstellungen derselben hebe man stets für die letzten Feuerwerkstücke des Feuerwerkes auf. Sollen *mehrere* grössere zusammengesetzte Feuerwerkstücke, als Decorationen, Fronten u. s. w. *bei einem* Feuerwerk abgebrannt werden, so muss man dafür sorgen, sie so neben und hinter einander aufzustellen, dass nicht eines durch das andere verdeckt werde; dabei gebe man aber auch dem Raum, den das Feuerwerk einnimmt, keine zu grosse Ausdehnung in die Breite, sondern

suche wo möglich alles, was abgebrannt werden soll, auf einen Punkt zu bringen, mit Ausnahme grösserer Batterien von römischen Lichtern, deren Effect am schönsten ist, wenn sie eine recht lange Linie bilden. Sollte es nothwendig sein, mehrere Feuerwerkstücke *hinter* einander aufzustellen, so müssen die, den Zuschauern zunächst stehenden immer zuerst abgebrannt werden. Die Stangen, Gerüste, Latten u. s. w., welche die Feuerwerkstücke tragen, müssen, sobald eines oder das andere abgebrannt ist, sogleich umgelegt oder weggetragen werden, ehe ein anderes Feuerwerkstück in Brand gesetzt wird, denn die von einem nachfolgenden Feuerwerkstück beleuchteten Ueberreste eines vorhergehenden gewähren einen sehr unangenehmen Anblick. Nach dem Verlöschen eines jeden grösseren Feuerwerkstückes hält man, wenn es gut gelungen ist, mit dem weiteren Abbrennen einige Minuten inne, um den Eindruck, den es gemacht hat, nicht zu schnell zu verwischen. Die Zeit zwischen der Abbrennung eines grössern Feuerwerkstückes bis zur Abbrennung eines andern füllt man aus mit Raketen, Schwärmerfässern, Tourbillons und andern Feuerwerkstücken, die ihre Wirkung in der Luft thun. Den Schluss eines grössern Feuerwerkes macht gewöhnlich eine grosse Decoration von Lichterfeuer oder auch sonst ein grosses zusammengesetztes Feuerwerkstück, welches der Feuerwerker für das effectvollste hält, und nach diesem zündet man noch eine oder mehrere bengalische Flammen an, um die Gegend für die nach Hause eilenden Zuschauer zu beleuchten.

Ist das für das Feuerwerk bestimmte Terrain bergig, so stellt man das Feuerwerk gewöhnlich auf die Hügel, die Zuschauer in das Thal, damit alle ohne Hinderniss das Feuerwerk sehen können; zweckmässiger ist es jedoch, das Feuerwerk ins Thal und die Zuschauer auf den Hügel zu stellen, weil dann alle die Feuerwerkstücke, welche in die Luft fliegen, ein weit grösseres Feld auf dem Auge des Zuschauers durchlaufen, als umgekehrt. Von dem Zuschauerplatze gebe man dem Feuerwerkplatze eine Entfernung von ohngefähr *dreissig* Schritten; hier werden alle die Feuerwerkstücke abgebraunt, welche ihre Wirkung auf der Erde oder in mässiger Erhöhung von derselben machen, als Feuerräder, Tourbillons, Decorationen, Fronten u. s. w.; die Schwärmerfässer und römischen Lichter entfernt man noch einmal so weit von den Zuschauern, und die Raketen stellt man ganz in den Hintergrund. Kann die Aufstellung eines Feuerwerks am Saume eines Waldes geschehen, so ist dieser dunkle Hintergrund besonders günstig für den Effect.

Nichts ist für die Wirkung eines Feuerwerkes nachtheiliger und unangenehmer als *Wind*. An einem windigen Abende muss man kein Feuerwerk abbrennen; der Wind verdirbt allen schönen Effect, weil er das Feuer verwirrt und auf eine Seite treibt; weht er zufällig vom Feuerwerk auf die Zuschauer zu, so werden diese fortwährend in Rauch gehüllt, so dass sie oft gar nichts vom Feuerwerk sehen.

Bei grössern Feuerwerken werden zuweilen *bewegliche* Vorstellungen, als z. B. Figuren von Menschen und Thieren, grosse Sonnen von Lichterfeuer und dergleichen angefertigt, deren Bewegung nicht durch die Feuerwerkstücke selbst, sondern durch äussere mechanische Kräfte geschieht; da diese Dinge aber mehr in das Gebiet *mechanischer* Künste als zur eigentlichen Feuerwerkerei gehören und Beschreibungen derselben den Plan dieses Buches überschreiten würden, so überlasse ich das Aussinnen dieser Dinge dem Genie derer, die sich damit befassen wollen; was dazu an eigentlichem Feuerwerk gebraucht wird, hat der Leser bereits hier gefunden. Eben so werden auch bei grössern Feuerwerken *Transparente* und *Lampenbeleuchtungen* angewendet, welche im weitern Sinne allerdings auch *Feuerwerk* zu nennen sind, im engern Sinne aber nicht dazu gehören, und daher hier nicht berührt werden.

Sehr unangenehm ist es für den Feuerwerker, wenn bei einem Feuerwerke Feuerwerkstücke misslingen, z. B. Raketen nicht steigen oder zerspringen, Feuerräder sich nicht drehen, Feuerleitungen versagen u. s. w., ich kann daher den Feuerwerkern, welche diese Kunst zum eignen Vergnügen betreiben, nicht genug empfehlen, von allen zu einem Feuerwerk bestimmten Feuerwerkstücken vorher immer einige zu probiren, namentlich Raketen, römische Lichter, Tourbillons und Feuerräder. Bei grössern Darstellungen zusammengesetzter Feuerwerkstücke sind Proben allerdings zu kostbar, aber auch nicht nothwendig; da diese nur aus mehreren mit einander verbundenen einfachen Feuerwerkstücken bestehen, so wird so leicht kein Fehler vorkommen, wenn die einfachen Feuerwerkstücke zuvor probirt und ihre Verbindung sorgfältig gemacht ist.

Nach Beendigung eines Feuerwerks lasse man einige Wächter auf dem Feuerwerksplatze die darauf folgende Nacht hindurch wachen, damit durch glimmende Papiere oder dergleichen kein Unglück geschehe, wenn der Wind etwas wehen sollte. Diese Leute können am anbrechenden Morgen alle noch brauchbaren Ueberreste, als Feuerrädergestelle, Schwärmerfässer, Raketenstäbe und Hülsen, Latten, Gerüste, Stangen und sämmtliches Eisenwerk zusammensuchen, damit die Jugend sie nicht stiehlt, die auf dergleichen Dinge gewöhnlich wie versessen ist. Dem angehenden Feuerwerker ist zu empfehlen, am Morgen nach dem Feuerwerk nachzusuchen, ob sich auf dem Feuerwerkplatze unverbrannte Schwärmer oder Leuchtkugeln vorfinden, so wie alle Ueberreste der Feuerwerkstücke, welche bei der Abbrennung der beabsichtigten Wirkung nicht vollkommen entsprachen, genau zu untersuchen, man entdeckt durch diese kleine Mühe oft am besten und sichersten die Ursachen der vorgekommenen Fehler.

Von der Gefahr bei der Beschäftigung mit der Feuerwerkerei und den nöthigen Vorsichtsmaassregeln.

§. 170. Obschon es jedem, der sich mit der Feuerwerkerei beschäftigen will, genugsam bekannt sein wird, dass man nicht Schiesspulver oder ähnliche brennbare Mischungen mit Feuer zusammen bringen darf, ohne sich und andere der Lebensgefahr auszusetzen, so habe ich doch für nöthig erachtet, diesem Gegenstande einen besondern Paragraph in dieser Schrift zu widmen, da ich aus Erfahrung weiss, dass die gewöhnlichen und bekannten Vorsichtsmaassregeln hier nicht immer ausreichen, denn die unschuldigst scheinenden Dinge können zuweilen unter gewissen Umständen eine nicht vorherzusehende Entzündung hervorbringen.

In Städten und bewohnten Häusern bleibt die Beschäftigung mit der Feuerwerkerei immer mehr oder weniger gefährlich. Auf dem Lande, und wo es überhaupt die Localität erlaubt, ist es daher besser, ein eignes *Laboratorium* von Holz in einiger Entfernung von den bewohnten Häusern leicht aufbauen zu lassen. Man theilt das Laboratorium in zwei Abtheilungen, die durch eine feuerfeste Wand von einander getrennt sind, und von denen jede einen freien Ausgang nach aussen, aber keine innere Verbindung mit der andern hat. Das eine Gemach dient zum Aufbewahren der Vorräthe von Materialien, der fertigen Feuerwerkstücke u. s. w. Das andere Gemach zur Bereitung der Sätze, zum Laden der Hülsen, und überhaupt zu allen vorkommenden Arbeiten. Wenn man bei den Werkzeugen, wo es nur irgend angeht, alles Eisenwerk vermeidet, so wird man bei Pulverisirung der Materialien und bei der Bereitung der Sätze, *welche kein chlorsaures Kali* enthalten, nie eine Entzündung zu befürchten haben; das Laden der Hülsen und namentlich das Schlagen der Raketen ist indess schon gefährlicher, denn die Erfahrung hat gezeigt, dass sich zuweilen Raketen während dieser Arbeit von selbst entzünden; mir ist dies dreimal begegnet. Die Ursache einer solchen Entzündung ist noch nicht genugsam ermittelt, die Feuerwerker wollen sie in der Compression der Luft suchen, erzeugt durch ein zu dichtes Anschliessen des Setzers an die Hülse. Man kann allerdings durch plötzliches starkes Zusammenpressen einer einige Zoll hohen Luftsäule ein Stückchen Feuerschwamm entzünden, aber da dies nur gelingt, wenn der Stempel vollkommen luftdicht in die metallene Röhre passt, deren man sich zu diesem Versuche bedient, was wohl nie zwischen einem Setzer und einer papierenen Röhre der Fall sein dürfte, so scheint mir diese Erklärung nicht wahrscheinlich; überdem geschah nach meiner Erfahrung und nach dem, was ich von Andern darüber in Erfahrung gebracht habe,

diese Selbstentzündung der Raketen immer nur dann, wenn die Rakete bereits bis über den Dorn voll geladen und nur noch die Zehrung hineinzuschlagen war, wo die Luftsäule in der Hülse schon viel zu klein wird, um eine Entzündung durch ihre Compression hervorzubringen; ich glaube daher, diese Entzündung beruht auf chemischem Grunde, indem sich durch die starke Compression des Satzes ein Theil des Schwefels mit dem Eisen des Raketendornes verbindet, wo die Erhitzung, welche eine dergleichen Verbindung immer begleitet, wohl bis zur Entzündung steigen kann; dass aber eine solche Verbindung des Eisens mit dem Schwefel während des Schlagens der Raketen wirklich stattfindet, zeigt deutlich der Dorn, welcher, wenn er auch vorher vollkommen polirt war, schon nach dem Schlagen der ersten Rakete ganz schwärzlich erscheint, so weit seine Oberfläche mit dem Satze in Berührung war; wahrscheinlich wirkt hier auch noch eine Zerlegung von Wasser, welches die Kohlen aus der Luft angezogen hat, mit. Die Ursache der Entzündung sei nun, welche sie wolle, so ist es nothwendig, beim Laden der Hülsen aus dem Gemache, wo es geschieht, alle brennbaren Mischungen und fertige Feuerwerkkörper zu entfernen, und nur immer so viel Satz auf einmal dabei zu haben, als zum Laden zweier oder dreier Hülsen erforderlich ist; geschieht auch dann eine Entzündung, so kann durch das Abbrennen einer geringen Quantität Satz eben kein grosses Unheil entstehen; ferner gebrauche man die Vorsicht, die Thüre des Gemaches während der Arbeit offen zu lassen, um sich ohne Hinderniss entfernen zu können, wenn Gefahr entsteht. Da bei der Anfertigung der Feuerwerkstücke so oft heisser Leim gebraucht wird, so bediene man sich zum Kochen des Leimes lieber einer Spirituslampe als eines Ofens oder Kohlenbeckens, denn macht man den Leim auf Kohlen heiss, so kann leicht an dem Gefäss ein Stückchen glimmende Kohle hängen bleiben und dadurch mit in das Arbeitszimmer gebracht werden.

Wenn diese Vorsichtsmaassregeln schon bei allen den Sätzen, die blos den Salpetersatz zur Grundmischung haben, nöthig sind, so muss man mit allen den Dingen, welche *chlorsaures Kali* enthalten, noch weit vorsichtiger umgehen; ich habe hierüber oben schon Einiges hier und da bemerkt, finde es aber nöthig, mich hier noch näher darüber auszusprechen.

Das *chlorsaure Kali* verpufft ausserordentlich leicht von selbst, nicht allein wenn es mit brennbaren Körpern zerrieben oder zerstossen wird, sondern auch zuweilen schon, wenn es blos mit Körpern in Berührung kommt, die zu seiner Basis eine grosse Affinität haben. Reibt man eine kleine Quantität chlorsaures Kali, etwa einen Gran, mit ein wenig Schwefel gemengt, in einer harten Reibeschale, so entstehen fortwährend kleine Explosionen, jedoch immer nur partiell, ohne das Ganze zu entzünden; werden aber noch andere leicht brennbare Körper, z. B. Kohle, Antimon, Zucker oder andere kohlenstoffhaltige Körper beigemengt, welche die Verbrennung fortpflanzen, so ent-

steht eine Entzündung der ganzen Masse. An und für sich unvermischt mit andern Körpern, ist das chlorsaure Kali ganz gefahrlos zu behandeln, man kann es *für sich allein* in einem reinen eisernen Mörser zerstossen oder zerreiben, auch über dem Feuer wie den Salpeter schmelzen, ohne dass es explodirt; es lässt, wie der Salpeter, während des Schmelzens nur nach und nach seinen Sauerstoff gehen und wandelt sich in *Chlorkalium* um; fällt aber dabei ein Stückchen Kohle hinein, so verbrennt diese augenblicklich mit Explosion: hieraus gehet hervor, dass man das chlorsaure Kali nie mit anderen Körpern, sondern immer nur für sich allein zerreiben oder zerstossen muss; eben so wenig darf man Mischungen, die dies Salz enthalten, in Hülsen mit Heftigkeit hineinschlagen, weil durch den Druck und die Reibung gar leicht eine Entzündung entstehen kann, wie ich dies bereits in §. 125, wo eine dergleichen Arbeit nicht zu vermeiden ist, bemerkt habe. Sehr kleine Quantitäten dieses Salzes sind hinreichend, unter diesen Umständen eine Entzündung zu veranlassen. Mischt man etwas chlorsaures Kali unter den Pulverbrei, woraus die Stopinen gefertiget werden, so kann man diese sehr leicht entzünden, wenn man mit einem Hammer einen heftigen Schlag darauf thut.

Damit nun nicht zufällig etwas chlorsaures Kali unter die Sätze komme, welche es nicht enthalten sollen und dürfen, so ist *unerlässlich,* die Vorsicht zu gebrauchen, alle die Werkzeuge, die damit in Berührung waren, als Reibeschalen, Mörser, Waage, Löffel, Ladeschaufeln, Schachteln, Papiere u. s. w. *nie* zu andern, als eben diesen Sätzen zu gebrauchen, wenn man nicht überzeugt ist, sie von jeder Spur anhängenden chlorsauren Kali's vorher vollkommen gereinigt zu haben. Das Reinigen dieser Gegenstände muss mit *siedendem* Wasser geschehen, weil das chlorsaure Kali im kalten Wasser nicht, oder nur sehr gering auflöslich ist. Besonders gebrauche man kein Sieb, durch welches chlorsaures Kali oder Mischungen, die es enthalten, gegangen sind, jemals mehr zu andern Sätzen, die es nicht enthalten sollen, denn die Siebe lassen sich schwer davon vollkommen reinigen. Unter den brennbaren Körpern, gemischt mit chlorsaurem Kali, ist das *Antimon* das gefährlichste; eine Mischung dieser beiden Körper verpufft mit der heftigsten Explosion schon bei einer sehr geringen Reibung, ebenso verhält sich Kohle, wenn in der Mischung nur eine Spur von Schwefel vorhanden ist. Die gefährlichen Eigenschaften des chlorsauren Kali werden indess gänzlich aufgehoben, so lange dergleichen Mischungen feucht sind, daher ist beim Formen der Leuchtkugeln aus Sätzen, die dies Salz enthalten, keine Gefahr zu befürchten, die Gefahr ist aber wieder da, wenn die Mischung vollkommen trocken wird. Wenn man dergleichen Sätze in irgend einer Art verarbeitet, so wird man daher gut thun, sie immer mit etwas Weingeist vorher anzufeuchten. Aber die Gefahr bei Verarbeitung dieser Sätze beschränkt sich nicht allein auf ein Reiben oder Stossen, sondern es ist mitunter schon ein plötzliches Zusammen-

treffen oder dichtes Zusammenliegen gewisser Körper mit diesem Salze, wenn eine dergleichen Mischung trocken und warm wird, hinreichend, eine Explosion zu erzeugen; hierher gehören die *Schwefelsäure* und alle *sauren* und *neutralen, schwefelsauren* Salze; ich habe diese Erfahrung mehrere Male bei Mischungen von chlorsaurem Kali, Schwefel und schwefelsaurem Kupfer, woraus ich Leuchtkugeln formte, gemacht; diese entzündeten sich fast regelmässig beim Trocknen auf einem warmen, keineswegs heissen Ofen; dass sich Mischungen, welche chlorsaures Kali, Schwefel und salpetersauren Strontian enthalten, zuweilen von selbst entzünden, habe ich bereits oben in §. **111** bemerkt; sehr leicht geschieht dies, wenn sie Feuchtigkeit anziehen und dann wieder schnell trocknen, oder auch, wenn die Sonne darauf scheint; eben so entzündeten sich mir einmal Leuchtkugeln, die aus einer Mischung von chlorsaurem Baryt, Schwefel und salpetersaurem Baryt bestanden, während sie sogar noch etwas feucht waren.

Obschon es keinem Zweifel unterlieget, dass bei dergleichen Selbstentzündungen der Schwefel die Hauptrolle spielt, ohne dessen Vorhandensein wohl nie eine dergleichen Entzündung, bei der gewöhnlichen Temperatur entstehen wird, so will es mir dennoch scheinen, dass Beimischungen von salpetersauren Salzen zuweilen diese chemische Reaction begünstigen, wiewohl ich nicht einsehe, auf welche Art dies geschiehet. Unter gewissen Umständen verbindet sich das Chlor mit dem Stickstoff zu einem äusserst gefährlichen, sehr leicht von selbst explodirenden Körper, welchen man *Chlorstickstoff* nennt; da nun die salpetersauren Salze in ihren Säuren Stickstoff enthalten, so wäre die Bildung von Chlorstickstoff bei Mischungen von chlorsauren und salpetersauren Salzen mindestens als eine Hypothese denkbar. Zur Bildung von Chlorstickstoff können unter gewissen Umständen die *Ammoniaksalze* gemengt mit chlorsauren Salzen der Wahrscheinlichkeit nach am ersten Veranlassung geben, daher muss man dergleichen Mischungen stets mit aller Vorsicht behandeln, so lange man sich noch nicht von ihrer Gefahrlosigkeit durch die Erfahrung vollkommen überzeugt hat *).

Beim Trocknen der Leuchtkugeln, welche chlorsaures Kali enthalten, sei man ferner sehr aufmerksam, die Temperatur nicht sehr hoch werden zu lassen, denn alle diese Sätze entzünden sich, wenn sie trocken sind und die Temperatur über **60** Grad Reaumur steigt.

*) Die gründliche wissenschaftliche Ermittelung des Verhaltens der chlorsauren Salze in Verbindung mit brennbaren Körpern und andern Salzen liegt ausser dem Bereich dieser Blätter; wer sich über die Chlorsäure und die chlorsauren Salze näher unterrichten will, findet in nachstehenden Werken Belehrung:

Lehrbuch der Chemie von E. Mitscherlich. I. Band. Berlin 1831. *S.* 402.

Handbuch der angewandten Chemie von L. Dumas, übersetzt von Engelhardt. I. Band. Nürnberg 1830. *S.* 149.

Einleitung in die technische Chemie von Dr. Fr. Runge. Berlin 1836. *S.* 270.

Wenn es aber aus diesen Gründen schon höchst wünschenswerth wäre, das chlorsaure Kali in der Feuerwerkerei gänzlich entbehren und durch einen andern minder gefährlichen Körper ersetzen zu können, muss man da nicht erstaunen, wenn einige Feuerwerker sogar *knallsaures Quecksilber* unter die Raketensätze gemischt haben wollen? —

Da im Allgemeinen bei weitem noch nicht Alles hinlänglich erforscht ist, wodurch Selbstentzündungen entstehen können, so wird es nöthig sein, neue Zusammensetzungen, deren Verhalten man noch nicht kennt, in Betreff dieser Eigenschaften erst zu prüfen, und Versuche mit kleinen Quantitäten zu machen, bevor man im Grossen damit arbeitet, indem, wie schon oben bemerkt wurde, zuweilen ganz unschuldig scheinende Dinge durch blosse Berührung mit einander unter gewissen Umständen sich entzünden können.

Zuweilen entzünden sich auch einzelne Körper für sich allein von selbst, wenn sie im fein gepulverten Zustande der Luft ausgesetzt werden, wie z. B. fein gepulvertes *Antimonmetall* *), so wie auch grosse zusammenliegende Quantitäten sehr fein gepulverter Kohle; man wird daher gut thun, sich der Anwendung des metallischen Antimons, welches einige Feuerwerker anstatt des gewöhnlichen Antimons, welches eine Verbindung von Schwefel und Antimonmetall ist, gebrauchen, zu enthalten, und ebenfalls grosse Quantitäten sehr fein gepulverter Kohle unvermischt mit andern Körpern nicht lange aufzubewahren.

Bei der Abbrennung eines Feuerwerks hat man die Vorsicht zu beobachten, alle Mündungen der Feuerwerkstücke da, wo sie angezündet werden, mit einer Kappe von Papier so lange zu bedecken, bis sie eben angezündet werden sollen, damit nicht Funken darauf fallen, und sich etwas zur Unzeit entzünde; die Kappen bindet man mit einem Zwirnsfaden fest, damit sie nicht herunterfallen, aber demungeachtet leicht abgenommen werden können. Zum Anzünden der Feuerwerkstücke bediene man sich keiner Zündlichter, welche Funken auswerfen.

*) *Stibium.*

Anhang.

Vergleichende Benennung der Materialien.

Deutsch.	*Französisch.*	*Englisch.*
Alcohol	Alcool Esprit de vin	Sprit of vine.
Ammoniak, pbospborsaures	Pbosphate d'ammoniaque.	Phosphate of ammonia.
Arsenikschwefel	Sulfure d'arsenic	Sulfuret of arsenicum.
Baerlappsaamen	Lycopode. Soufre véjétal	Lycopodium. Earthmoss.
Baryt, chlorsaurer	Chlorate de baryte	Chlorate of baryta.
Baryt, kohlensaurer	Carbonate de baryte	Carbonate of baryta.
Baryt, salpetersaurer	Nitrate de baryte.	Nitrate of baryta.
Bergblau	Bleu de montagne	Blue of montain.
Bernstein	Ambre jaune	Amber.
Braunstein	Manganése natif	Manganese-ore.
Calomel	Chlorure de mercure	Protochlorid of mercury.
Colopbonium	Colopbone	Colophony.
Goldsand	Jeaune d'or	Yellow mica.
Grünspan, krystallisirter	Vert-de-gris	Verdigris.
Gummi arabicum	Gomme arabique	Gum.
Gusseisen	Fonte	Pig-iron.
Kali, chlorsaures	Chlorate de potasse	Cblorate of potash.
Kali, salpetersaures	Nitrate de potasse	Nitrate of potasb.
Kalk, koblensaurer	Carbonate de chaux	Carbonate of lime.
Kienruss	Noir de fumée	Toot.
Kohle	Charbon	Cool.
Kreide	Craie	Chalk.
Kupfer-Ammon., schwefels.	Sulfate de cuiv. et d'amoniaq.	Sulfate of copp. and ammon.
Kupfer, essigsaures	Acétate de cuivre	Acetate of copper.
Kupfer, koblensaures	Carbonate de cuivre	Carbonate of copper.
Kupfer, salzsaures basisch.	Sousmuriate de cuivre	Submuriate of copper.
Kupfer, salpetersaures bas.	Sousnitrate de cuivre	Subnitrate of copper.
Kupfer, schwefelsaures bas.	Soussulfate de cuivre	Subsulfate of copper.
Lycopodium	Soufre végétal	Earthmoss.
Mastix	Mastix	Mastix.
Milchzucker	Sucre de lait	Sugar of milk.
Natron, doppelkohlensaures.	Deutocarbonate de soude	Deutocarbonate of soda.
Natron, kleesaures Natron, oxalsaures	Oxalate de soude	Oxalate of Soda.
Natron, salpetersaures	Nitrate de soude	Nitrate of soda.
Quecksilber, salzs. versüs.	Protocblorure de mercure	Protocbloruret of mercury.
Rauschgelb Realgar	Sulfure rouge d'arsenic	Red sulfuret of arsenicum.

Salmiak	Muriate d'ammoniaque	Muriate of ammonia.
Salpeter	Nitre	Niter.
Schellak	Gomme laque	Schel-lac.
Schiesspulver	Poudre à tirer	Goun-powder.
Schwefel	Soufre	Sulfur.
Schwefelantimon Schwefelspiessglanz	Sulfure noir d'antimoine	N otiv sulfuret of antimony.
Spiauter	Zinc	Zinc.
Stahl	Acier	Steel.
Stearin	Stearine	Stearin.
Strontian, kohlensaurer	Carbonate de strontiane	Carbonate of strontian.
Strontian, salpetersaurer	Nitrate de strontiane	Nitrate of strontian.
Terpenthinöl	Huile de Terpenthine	Oil of Terpenthin.
Weingeist	Esprit de vin	Sprit of vine.
Zink	Zinc	Zinc.

Vergleichende Tabelle

des

Preussischen, Französischen, Englischen und Oesterreichischen Fussmaasses.

Preussischer Fuss.	Meter.	Französischer Fuss.	Englischer Fuss.	Oestreichisch. Fuss
1	0,313854	0,966181	1,029707	0,993
2	0,627707	1,932361	2,059435	1,986
3	0,941561	2,898542	3,089152	2,979
4	1,255414	3,864722	4,118869	3,972
5	1,569268	4,830903	5,148587	4,965
6	1,883121	5,797083	6,178304	5,958
7	2,196975	6,763264	7,208021	6,951
8	2,510828	7,729444	8,237738	7,944
9	2,824682	8,695625	9,267456	8,937
10	3,138535	9,661806	10,297173	9,930

Druck von Heinrich Richter.

Adolf Duflos

WERKE ÜBER CHEMIE.

Verlag

von

Ferdinand Hirt in Breslau.

Zu beziehen durch jede namhafte Buchhandlung des In- und Auslandes.

Duflos, Dr., Adolph, Handbuch der pharmaceutisch-chemischen Praxis. Zweiter Theil. Auch unter dem Titel: *die chemischen Heilmittel und Gifte*, oder praktische Anleitung zur Erkennung und Prüfung ihrer Eigenschaften, mit steter Berücksichtigung der Preussischen Pharmacopoe. Für Aerzte, Physiker und Apotheker in alphabetischer Ordnung entworfen. Gr. 8. 25 Bogen. geh. 1839.

Duflos, Dr., Adolph, chemisches Apothekerbuch, unter dem Titel: Theorie und Praxis der pharmaceutischen Experimentalchemie oder erfahrungsmässige Anweisung zur richtigen Ausführung und Würdigung der in den pharmaceutischen Laboratorien vorkommenden pharmaceutisch- und analytisch-chemischen Arbeiten. Mit specieller Berücksichtigung der *Pharmacopoea Austriaca, Borussica* etc. Nebst einem Anhange, die wichtigsten chemischen Hülfstabellen enthaltend. Mit in den Text gedruckten Holzschnitten. gr. 8. 45 Bogen compressen Drucks. Elegant geh. 1841.

Dasselbe Werk in einer *besonders für die K. K. Oesterreichischen Staaten bestimmten Ausgabe.* Eleg. geh. 1841.

Duflos, Dr. Adolph, pharmakologische Chemie oder die chemischen Arzeneimittel und Gifte, ihre Eigenschaften, ihre Erkennung, Prüfung und therapeutische Anwendung. Ein Handbuch für den praktischen und gerichtlichen Arzt und Wundarzt. gr. 8. 20 Bogen. Mit in den Text gedruckten Holzschnitten. Eleg. geh. 1842.

Duflos, Dr. A., und *Hirsch, A. G.,* das *Arsenik, seine Erkennung und sein vermeintliches Vorkommen in organisirten Körpern.* Leitfaden zur Selbstbelehrung und zum praktischen Gebrauche bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen, für Aerzte, Physiker, Apotheker und Rechtsgelehrte. Mit in den Text gedruckten Holzschnitten. gr. 8. 4 Bogen. Elegant geheftet. 1842.

Duflos, Dr. A., u. *Hirsch, A. G., Oekonomische Chemie oder die wichtigsten Lebens-Bedürfnisse der Menschen,* ihre Echtheit und Güte, ihre zufälligen Verunreinigungen und ihre absichtlichen Verfälschungen, auf chemischem Wege erläutert. Zur Selbstbelehrung für Jedermann, wie auch zum Handgebrauche bei polizeilich-chemischen Untersuchungen. gr. 8. Mit in den Text gedruckten Holzschnitten. 6 Bogen. Eleg. geh. 1842.

Duflos, Dr., Adolph, die chemischen Hülfsmittel der Technik und Industrie, nach ihren Eigenschaften, ihrer Anwendung, Erkennung und Prüfung gründlich erörtert und in allgemein fasslicher Weise beschrieben. Ein praktisches Handbuch für alle Stände, insbesondere für Pharmaceuten, Fabrikanten, Gewerbsmänner, Künstler, Land- und Forstwirthe etc. Nebst einem vollständigen Register in englischer, französischer und deutscher Sprache. Mit in den Text gedruckten Holzschnitten. Gr. 8. 60 Bogen. geh.

Der Druck dieses mit Verlangen erwarteten Buches beginnt noch im Jahre 1842.

GETTY RESEARCH INSTITUTE
3 3125 01022 9868